MEDEDEELINGEN
VAN DE
LANDBOUWHOOGESCHOOL
EN VAN DE DAARAAN VERBONDEN INSTITUTEN,

ONDER REDACTIE VAN
DEN SENAAT
DEZER INRICHTING.

SECRETARIS DER REDACTIE:
PROF. DR. J. RITZEMA BOS.

DEEL XVII, AFL. I, II EN III

H. VEENMAN - WAGENINGEN - 1919.

INHOUD.

DE MOZAIEKZIEKTE VAN DE SOLANACEEËN HARE VERWANTSCHAP MET DE PHLOEEMNECROSE EN HARE BETEEKENIS VOOR DE AARDAPPELCULTUUR

DOOR

H. M. QUANJER, J. C DORST, M. D. DIJT EN A. W. v. D. HAAR
REFERENT, WAGENINGEN LEEUWARDEN LEIDEN UTRECHT

NEDERLANDSCHE BEWERKING VAN IN AMERIKA GEHOUDEN VOORDRACHTEN.

VIERDE BIJDRAGE TOT EEN MONOGRAPHIE DER AARDAPPELZIEKTEN VAN NEDERLAND.

INHOUD.

INLEIDING; MEDEWERKERS.

De studiën, waarover in dit artikel verslag wordt uitgebracht, hebben mij ruim tien jaar beziggehouden en zij zijn nog lang niet af. Voor één vraag die werd opgelost, komen er tien andere terug. Meer en meer verplaatst zich het terrein van de pathologie naar de physiologie. Dat ik ondanks het gebrekkige en onvolledige van het tot nog toe verrichtte werk er verslag over uitbreng, heeft niet alleen de bedoeling de enkele nieuwe gezichtspunten, die het heeft opgeleverd, meer bekend te maken, maar vooral ook aan te toonen, hoeveel werk er op dit terrein nog behoort te worden verricht.

Bij het onderzoek van de „krulziekte" der aardappelplant, bleek al spoedig, dat er onder dien ouden naam twee ziekten samengevat waren, de „bladrolziekte" en de eigenlijke „krulziekte", door mij ook wel als welvingsziekte aangeduid. Over de eerste zijn een aantal nieuwe feiten in dit tijdschrift gepubliceerd (1913 en 1916), de tweede maakt het onderwerp der volgende bladzijden uit. Het is mij bij de studie dezer ziekte gebleken, dat het topbont of mozaiek, een verschijnsel, door mij reeds in 1909 beschreven en in de laatste jaren in wijder kringen bekend geworden, een zwakke vorm van de eigenlijke krulziekte is; voorts dat de mozaiekziekte van de eene Solanee op de andere overgaat, waardoor het zeer waarschijnlijk wordt, dat het topbont van de aardappelplant identiek is met de hier te Wageningen het eerst door Adolf Mayer en Beyerinck bestudeerde tabaksziekte (zie hoofdstuk IV).

In tal van opzichten heeft deze studie analogiën opgeleverd tusschen de mozaiekziekte en de bladrolziekte. Beide zijn besmettelijk en het is zeer waarschijnlijk, dat zij door uiterst kleine organismen worden veroorzaakt; men is er evenwel nog niet in geslaagd ze te zien of te kweeken. Slechts dit weten wij van deze Solaneeënziekten, dat de oorzaak van uit de zeefvaten haar schadelijke werking uitoefent, reden waarom ik ze met den naam „zeefvatenziekten" heb bestempeld.

Dit begrip „zeefvatenziekten" loopt als een roode draad door de geheele verhandeling heen; ik ben er van overtuigd, dat het tot kritiek aanleiding zal geven. Zoo was het ook met die andere gedachte, die ik in 1913 uitsprak: dat de „phloeemnecrose", de afsterving der zeefvaten in de bladrolzieke plant, de oorzaak dier ziekte zou zijn. Direct is daarop kritiek gekomen, die

gezegd heeft, dat de oorzaak der ziekte in de bladeren ligt en dat het afsterven der zeefvaten secundair is. Natuurlijk is het zeer gemakkelijk een dergelijke bewering uit te spreken; het heeft mij alleen maar verwonderd, dat zij nooit beter geargumenteerd werd. Men had kunnen vragen: waarom treedt secundaire phloeemnecrose eerst op wanneer, ongeveer een maand na het uitloopen der sterk bladrolzieke planten, de zeefvaten voor den afvoer der assimilaten uit de bladeren naar de knollen gaan functioneeren; wanneer toch de phloeemnecrose het primaire was, dan zou zij reeds in de kiemperiode, in den tijd dus dat de zeefvaten de voedingstoffen van de besmette knol naar de groeiende bladeren vervoeren, moeten optreden. Nu zij zoo laat zich openbaart, heeft het er allen schijn van, dat de primaire oorzaak in de verkleurende en rollende bladeren zit en dat het afsterven der zeefvaten een verschijnsel van atrophie is, gevolg daarvan, dat de zieke bladeren de assimilaten vasthouden. Maar hierop zou ik kunnen antwoorden, dat men dan eerst te bewijzen heeft, dat de zeefvaten werkelijk in de kiemperiode zoo'n belangrijke functie vervullen bij den toevoer van materiaal aan de uitloopende plant. Door Th. Hartig (Sachs 1882) en later door A. Fischer (1891) is aangetoond, dat de houtvaten tijdens het uitloopen van boomen voor den toevoer van organisch materiaal naar de zich ontwikkelende bladeren in gebruik genomen worden. Strasburger komt met betrekking tot den toevoer van voedingsstoffen naar de zwellende zaden van Umbelliferen en Leguminosen tot een dergelijk resultaat. Wie dus niet alleen met beweringen, maar ook met nieuwe feiten de onjuistheid van mijn standpunt wil aantoonen, heeft hier een ruim veld van onderzoek.

Zoo is het nu ook gesteld met het denkbeeld om bladrol en mozaiek met enkele bij andere familiën voorkomende ziekten tot een rubriek zeefvatenziekten te brengen. Men kan zeggen, dat dit voor de bladrolziekte, die door zeefvaatnecrose is gekenmerkt, nog zou zijn toe te geven, evenwel niet voor mozaiek, daar de zeefvaten niet anders doen dan de smetstof geleiden. Terwijl ik voor de uitvoerige motiveering van mijn standpunt naar hoofdstuk V en VI verwijs, wil ik hier direct voorop stellen, dat het begrip „zeefvatenziekten" mij tot werkhypothese heeft gediend en dat ik de eerste zal zijn om de beteekenis ervan naar het historische te verwijzen wanneer anderen, door van deze ziekten de oorzaak te vinden, er iets beters voor in de plaats stellen.

Uit land- en tuinbouwkundig oogpunt is van belang, dat beide aardappelziekten in ons land en daarbuiten groote schade veroorzaken, niet alleen door haar directen invloed op de knolvorming maar bovendien omdat zij de vatbaarheid voor de Phytophthora-ziekte verhoogen. Wanneer men met den toestand in

de centra der cultuur van vroege en late soorten bekend is, en de schade, die in verschillende jaren nogal uiteenloopt, heeft leeren schatten krijgt men den indruk, dat een krachtige bestrijding een belanrijke vermeerdering van onzen tegenwoordig ongeveer 40.000.000 H.L. bedragende opbrengst zal ten gevolge hebben.

Om zulk een bestrijding geheel rationeel door te voeren zou het noodig zijn, dat wij alle infectiebronnen volledig kenden.

Door de werkzaamheid van Oortwyn Botjes is over de verspreidingswijze dezer ziekten een der belangrijkste feiten bekend geworden, maar volledig is onze kennis hieromtrent nog niet. Naar mijne meening zal door het aanbrengen van verbeteringen in de veldkeuring op grond van wat thans bekend is, reeds veel kunnen worden bereikt. Tegelijk met de zeefvatenziekten zal door een rationeele keuring ook de Verticillium-ziekte, die in onze zandstreken, vooral in droge zomers, een te vroeg afsterven van het loof tengevolge heeft, worden tegengegaan.

Om hare groote economische beteekenis, die o.a. daarin gelegen is, dat zij vele goede aardappelsoorten uit de cultuur doet verdwijnen, voelen sommige landbouwkundigen zich tot de studie van deze ziekten aangetrokken. Behalve Oortwijn Botjes, die te gelijk met mij de resultaten van zijn onderzoek publiceert, kan ik noemen de Heeren W. C. v. d. Meer, W. B. L. Verhoeven en W. de Lange. Deze hebben een proef over pootgoedverwisseling genomen, die voor de kennis van de verspreidingswijze der mozaiekziekte van belang is. De Heeren J. C. Dorst, M. D. Dyt en A. N. H. Mousty hebben mij bij de uitvoering der proeven te Wageningen geholpen. De Heer Dorst heeft verder verschillende gegevens in Friesland en Groningen verzameld, die de te Wageningen verkregen uitkomsten aanvullen. Verdere medewerkers zijn de Heeren C. Stevens, Rijkslandbouwleeraar te Goes met de leeraren van den winterschool aldaar, wijlen den Heer J. A. v. d. Broek en den Heer A. Hofstra alsmede den Heer I. P. v. d. Weele, landbouwer te Colijnsplaat. Nog enkele andere Rijksland- en tuinbouwleeraren en practici, wier namen bij de door hen genomen proeven zullen worden genoemd, zijn mij nu en dan bij het werk behulpzaam geweest. Speciaal moge hier dank gebracht worden aan den Heer H. A. Hanken, Directeur van den Wilhelminapolder voor zijn bereidwilligheid bij het afstaan van grond voor proefvelden. Ook dient nog opgemerkt, dat bij de studie der zeefvatenziekten zich een interessant chemisch physiologisch vraagstuk voordoet, waarop ik in het vijfde hoofdstuk terugkom. Dr. A. W. van der Haar te Utrecht heeft een begin gemaakt met het onderzoek daarvan.

BESCHRIJVEND GEDEELTE.

I. Indeeling van krulziekte naar het habitusbeeld.

De „krulziekte" van de aardappelplant is veel langer bekend dan de Phytophthora-ziekte. Haar optreden in de 18de eeuw heeft tot tal van publicaties aanleiding gegeven, waarvoor hier

verwezen moge worden naar een studie van APPEL over de geschiedenis der aardappelziekten (1907). Men heeft haar in dien tijd zeer onvoldoende beschreven, zich zelfs tevreden gesteld met het aanduiden van den slechten stand van het gewas, dat van de aanwezigheid van een groot aantal krulzieke planten het gevolg was, als „ontaarding"; ik kom daarop in een der volgende hoofdstukken terug. APPEL (1905) heeft uit het complex van verschijnselen, dat men als krulziekte samenvatte, er een naar voren gehaald: de bladrolziekte. Deze plaag heeft sedert zoozeer de aandacht van tal van phytopathologen getrokken, dat er een uitvoerige Duitsche literatuur over verscheen. De lezing daarvan is zeer teleurstellend, ook voor APPEL zelf, die in 1918 schrijft: „während also bei uns die Ursachen der Blattrollkrankheit nicht erforscht worden sind, hat man in Holland versucht die Frage zu lösen."

Met de resultaten dier Nederlandsche onderzoekingen over bladrol, welke in dit tijdschrift zijn gepubliceerd in 1916, zal ik hier nog herhaaldelijk vergelijkingen maken. In de eerste plaats dien ik even het uitwendig beeld der bladrolziekte, geïllustreerd door Pl. I, fig. 3 en 4, in herinnering te roepen.

Bij primair aangetaste planten rolling en opwaartsche stand der blaadjes, welke zich meestal eerst eind Juli of Augustus en September vertoont in de toppen der stengels. Het uit den knol zieke of secundair zieke nageslacht vertoont de rolling en de opwaartsche stand bij de aanvankelijk gezond uitziende bladeren reeds in Juni en hier is de rolling bij de onderste bladeren het sterkst. De gerolde blaadjes zijn bij vele soorten peperhuisvormig, stijf en bros, staan steil omhoog, hebben iets blikachtigs. Al naar de soort meer of minder sterke, van den top of de randen af voorschrijdende gele verkleuring der blaadjes, bij sommige soorten gevolgd door een roode of paarse tint: vervolgens zwarte vlekjes (Pl. I, fig. 3 soort Paul Krüger, fig. 4 soort Bravo). De secundair zieke planten blijven klein en produceeren slechts kleine knollen. Vroeg optredende primaire ziekte kan tot onder in de plant voortloopen en op secundaire ziekte gaan gelijken.

Toen de bladrolziekte uit het oude begrip krulziekte was afgescheiden, bleef het verschijnsel over, dat APPEL met den naam „echte Kräuselkrankheit", aanduidde; de Amerikaansche onderzoekers spreken van „curly dwarf". Zelf heb ik in een voor de veldkeuring geschreven brochure (1918) de naam „welvingsziekte" ingevoerd. In 1916 werd deze ziekte door mij als volgt gekarakteriseerd.

Verkorting van de middennerf, gepaard met sterke golving van den bladrand, soms ook benedenwaartsche ombuiging van de middennerf en verkorting vooral van de bovenste stengelleden. De planten gaan eenigszins op boerenkool gelijken.

Reeds voor 10 jaar, toen ik met de studie der krulziekte begon,

merkte ik bij tal van aardappelsoorten nog een derde verschijnsel op, dat ik aanvankelijk met den naam „topbont" aanduidde. Later bleek mij, dat het in Amerika onder den naam „mozaiek" zeer algemeen is (Orton 1914), terwijl het ook in Denemarken voorkomt (Lind en Rostrup 1916).

De volgende beschrijving werd door mij in 1916 hiervan gegeven:

Geelgroene plekjes treden op 't blad op, meestal het sterkst in de bovenste bladeren, zonder dat zij zoo bleek en zoo scherp begrensd zijn als bij de echte bontheid van vele sierplanten (die soms ook bij aardappels optreedt). Dikwijls is de bladrand gegolfd.

De eerste afbeelding van dit verschijnsel, welke ik in 1916 liet vervaardigen, vindt men op Pl. I fig. 1, met een gezond blad ter vergelijking: fig. 2; terwijl in fig. 41 van Pl. VIII de beschadiging door wantsen (Lygus spec.) is weergegeven, die met het topbont zou kunnen worden verward. Men treft de laatstgenoemde beschadiging dikwijls aan bij aardappelplanten, die in de buurt van houtgewas of grasland groeien. Zij is gekenmerkt door gele later bruin wordende vlekjes en gaatjes, die vooral de jonge blaadjes in hun groei belemmeren.

Pas in het jaar 1918 werd het mij duidelijk, dat mozaiek en welving twee stadiën zijn van dezelfde ziekte. Dit zal nader blijken in het tweede hoofdstuk uit de meer uitvoerige beschrijving van verschillende aangetaste aardappelsoorten, terwijl in het derde hoofdstuk voor de identiteit de proefondervindelijke bewijzen zullen worden gegeven.

II. Bontbladerigheid van aardappelplanten, niet behoorende tot de mozaiekziekte. Hoe mozaiek en welving als twee vormen van dezelfde ziekte zich voordoen bij de belangrijkste Nederlandsche aardappelsoorten.

Alvorens de mozaiekziekte de beschrijven, dien ik er de aandacht op te vestigen, dat er twee vormen van bontbladerigheid bij de aardappelplant voorkomen, welke niet behooren tot deze ziekte. Ten eerste een „albomarginate" variatie, welke bij verschillende soorten kan optreden. Precies als dit het geval is bij de albomarginate Pelargoniums, die Erwin Baur (1910) onderzocht heeft, vindt men bij deze aardappelplanten in 't midden der bladeren een kern van bladgroenhoudende cellen; daaromheen bevinden zich cellagen, welke het bladgroen missen. Naar den rand zijn minder bladgroenhoudende cellagen en meer bladgroenlooze lagen aanwezig. Het midden van het blad schijnt vrij normaal groen te zijn, dan komt een meer of minder ver naar binnen inspringende zone van een bleeker groen, terwijl

de rand wit of bleekgeel is. Bij sommige soorten (b.v. Eigenheimer, die geel vleesch heeft) is deze rand geel of geelgroen. Een blad van zulk een albomarginate varieteit is afgebeeld op Pl. V fig. 22. Bij transplantatieproeven is mij gebleken, dat dit verschijnsel, zooals zich liet verwachten, niet besmettelijk is. Wegens zijn gelijkenis met het bont van *Acer Negundo* heb ik het door „Acerbont" aangeduid.

Een tweede verschijnsel, niet behoorende tot de mozaiekziekte, doet denken aan het bont van *Aucuba japonica;* ik ben gewoon het om die reden als „Aucubabont" aan te duiden. Men ziet kleine, geelwitte, afgeronde vlekjes tusschen de fijnere nerven. Dikwijls liggen ze in complexen bij elkaar, nog juist even gescheiden door een fijn nerfje. Bij sommige soorten zijn er behalve deze geelwitte vlekjes ook geelgroene vlekjes van dezelfde gedaante. Afgebeeld is dit verschijnsel in fig. 25 Pl. V. Transplantatieproeven heb ik nog niet in voldoend aantal genomen om te kunnen beslissen of het besmettelijk is.

De eigenlijke mozaiekziekte doet zich op de volgende wijze voor. Enkele weken na de opkomst, wanneer de aardappelplanten den ontwikkelingstoestand bereikt hebben, waarbij ook de bladrolziekte zich gaat vertoonen, dus wanneer zich de eerste bladeren aan den stengel hebben ontplooid, is het oogenblik gekomen, waarop het begin van mozaiekziekte is te bespeuren. De vorm, welke zij aanneemt, is afhankelijk van de varieteit en het aantal zieke generaties, dat is voorafgegaan. Nieuwe infecties, de oorsprong waarvan eerst in een volgend hoofdstuk zal worden besproken, doen zich niet direct als hevige ziektegevallen kennen, integendeel zij zijn aanvankelijk niet of ternauwernood waarneembaar. De volgende generatie kan ook nog zoo zwak ziek zijn, dat het nauwelijks wordt opgemerkt; meestal echter vertoont zij in den loop van Juni een zwak maar duidelijk mozaiekbeeld. Men ziet lichter groene vlekken met donker groene partijen afwisselen; de eerste zijn bleeker dan het groen der gezonde bladeren, de laatste zijn dieper van kleur. In de grootte en plaats dezer vlekken is niet de minste regelmaat te ontdekken. Soms naderen zij den rand, dan weer de middennerf, soms zijn zij beperkt tot de intercostaalvelden, dan weer omvatten zij de zijnerven. Zij kunnen enkele millimeters tot meer dan een centimeter groot zijn; hun vorm is rond, hoekig of langgerekt. Scherpe randen vindt men om de lichte vlekken niet. Zij steken slechts zwak af en gaan meestal geleidelijk tot een donkerder groen over. Alle hooger geplaatste bladeren zijn op deze wijze mozaiek; de lager zittende oudere bladeren vertoonen bij deze zwakke vorm het ziektebeeld niet of minder duidelijk, vandaar de naam „topbont".

Meestal zijn alle stengels gelijkmatig aangetast. De kroesheid, toe te schrijven aan de mindere dikte en mindere groei der lichte partijen, is bij de zwakke vorm der ziekte nog weinig zichtbaar. De planten in hun geheel maken den indruk van wat minder forsch, wat smaller van blad, wat anders van kleur, soms ook wat meer glimmend te zijn dan de gezonde.

In de daarop volgende generatie uit de ziekte zich reeds krachtiger en ook bij de lager geplaatste bladeren, maar nu komen al naar de soort, waarmede men te doen heeft, de welvingsverschijnselen en het kort blijven van den stengel meer of minder sterk voor den dag, zoodat een algemeene bespreking nauwelijks meer mogelijk is. Wij zullen dan ook de symptomatiek voor enkele der meest in ons land verbouwde soorten afzonderlijk bespreken.

Nog even dient te worden herhaald, dat deze ziekte niet, zooals de bladrolziekte bij de soort Paul Krüger, reeds in de 2de generatie haar maximum bereikt; maar meestal eerst in de 3e of eene latere generatie. Dit hangt overigens af van de soort en de omstandigheden, waaronder zij groeit.

In het jaar 1918 kwam de identiteit van mozaiek- en kroesziekte nog door de volgende waarnemingen voor den dag. Het was tot ongeveer midden Juli zeer droog, daarna regende het veel. De aardappelplanten, die hun groei reeds eenigszins gestaakt hadden, begonnen weer krachtig uit te loopen; ook de okselspruiten ontwikkelden zich krachtig. Bij planten met het sterke kroestype zag men nu in de jongste spruiten weer het zwakkere mozaiektype voor den dag komen, dat pas later weer eenigszins tot het kroestype overging.

Bravo. Bij de zwakkere vorm der ziekte zijn de lichtere partijen klein en zeer verspreid. Het blad is reeds eenigszins gewelfd, de beide helften langs den middenerf naar boven gevouwen en de rand gegolfd, zoodat de blaadjes smaller schijnen dan bij gezonde planten: Pl. I, fig. 1.

De sterke vorm der ziekte kenmerkt zich door welving van het bladgroen tusschen de zijnerven; de bladrand is afwisselend naar boven en beneden geplooid, de bladpunt naar beneden gebogen. Overal zitten de gele vlekjes tusschen de groene: Pl. II, fig. 12; het blad is a. h. w. gechagrineerd. Dit is vermoedelijk dezelfde sterke vorm der ziekte, welke men volgens Prof. WESTERDIJK (1916) in Westfalen als „Gänsehaut" aanduidt. De oudere bladeren worden vroegtijdig zuiver geel waarbij nog kleine groene plekjes zijn uitgespaard en zij vallen voortijdig af: Pl. II fig. 13. In afwijking met Eigenheimer en Roode Star komt een gedrongen bouw niet voor bij de kroeze Bravo's: Pl. V fig. 23.

De laatst beschreven vorm der ziekte wijkt bij de soort Bravo zoozeer af van den eerst beschrevene, dat ik er nog over in twijfel verkeer of wij niet met twee ziekten te doen te hebben.

Bij de Eigenheimer, waar een even groot onderscheid bestaat, heb ik door de ziekte in meerdere generaties te vervolgen er zekerheid over verkregen, dat topbont en welving slechts twee typen

zijn van éene ziekte; bij de Bravo moet dit nog worden gedaan.

Paul Krüger. De bleeke plekken zijn bij den zwakken vorm der ziekte vrij groot en uiterst weinig afstekend bij de grondkleur. Het blad is nog niet gewelfd.

Bij de sterk zieke planten is het blad oneffen door tal van fijne welvingen; de lichtgroene partijen overheerschen nu en geven de plant een geelachtigen tint. Een uiterst smal roodachtig randje is bij de oudere bladeren zichtbaar. Het is zoo smal, dat men het als een fijn lijntje ziet als men het blad van terzijde beschouwt. De bladrand is veel minder gegolfd dan bij de Bravo. Bij de hooger geplaatste jongere bladeren zijn de bladhelften langs den middenerf zwak naar boven gevouwen; bij de lager geplaatste bladeren is de bladpunt naar beneden gekromd. Het blad schijnt slechts weinig smaller dan dat van gezonde planten. Groei en opbrengst kunnen bij sterk zieke planten tot twee derde of de helft gereduceerd zijn; de stengels zijn niet zoo stevig als bij de gezonde planten maar vertoonen toch niet een zoo sterke ineenkrimping als bij de Eigenheimer of een zoo sterke neiging tot omvallen als bij de Zeeuwsche Blauwe voorkomt.

Eigenheimer. Om bij de Eigenheimer de zwakke vorm der mozaiekziekte waar te nemen, moet men de planten in den loop van de maand Juni beschouwen. (Pl. II fig. 6). Reeds in Juli is de flauwe afwisseling tusschen licht- en donkergroen niet meer zoo goed te zien. Voor het geoefend oog is dan nog slechts zichtbaar een zwakke welving en meerdere glans van het zieke blad. Later uitloopende okselspruiten toonen het typische mozaiek weer. In iets sterkeren graad aangetaste planten hebben een kleiner blad en stengels, die reeds vroeg in den zomer de neiging vertoonen om te gaan liggen; men duidt deze planten in Friesland als „platte" aan.

Veel duidelijker wordt het ziektebeeld in de volgende generatie. De lichte plekjes zijn dan vrij klein en duidelijk afgeteekend; zij omvatten of begrenzen in den regel de nerven, waarbij deze in den groei belemmerd en naar beneden gekromd zijn. Juist in deze kromming zijn de nerven aan de benedenzijde soms wat grauw of bruin. De belemmering in den groei der nerven heeft een duidelijke kroesheid van het blad tengevolge; de rand is gegolfd, soms eenigszins gelobt en de punt van het blad is haakvormig naar beneden gebogen.

De derde generatie vertoont, behalve de beschreven verschijnselen, nog een verminderde strekking der bovenste internodien, zoodat de bladeren vlak op elkaar blijven zitten. Zoo ontstaat het type van plant, dat als „kräuselkrank" en „curly dwarf" bekend is en dat door mij in de in 1918 uitgegeven brochure als welvingsziek is aangeduid: (Pl. II fig. 7 en Pl. III fig. 18).

Zeeuwsche Blauwe en Bonte. Terwijl bij de voorafgaande soorten het verschil tusschen den zwakken en den sterkeren vorm der ziekte nogal opvallend is, zoodat men van mozaiektype en welvingstype kan spreken, vertoont de Zeeuwsche blauwe in hare wijze van ziek-worden eenige meerdere constantheid. De lichte vlekken leggen eenige voorkeur voor de randen der blaadjes aan den dag. De donkerder gedeelten zijn vooral te vinden langs de middennerf. Op het donker groene blad dezer soort steken de lichte vlekken geelgroen af; de bladrand is gegolfd, aan weerszijden zwak naar boven opgekruld en bij de gele vlekken van een smal paars randje voorzien. De punten der blaadjes zijn meestal zwart en naar boven gericht. De donkerder partijen zijn naar boven gewelfd; daar de zijnerven normaal gestrekt zijn, is deze welving beperkt tot de intercostaalvelden. De bladeren zijn kleiner dan van gezonde planten en schijnen door de opkrulling van den rand nog belangrijk smaller. (Pl. II fig. 8 en 9). Terwijl deze soort in gezonden toestand reeds geen krachtig omhooggaande stengels heeft, hebben de stengels der aangetaste planten

neiging om te vallen. (Pl. V, fig. 21 en 24). De groei kan tot ongeveer een derde gereduceerd zijn, de opbrengst eveneens.

Roode Star. Deze soort lijkt in de wijze, waarop zij ziek wordt, eenigszins op de Zeeuwsche Blauwe. Hare toch steeds spitse, soms ook van twee of drie punten voorziene blaadjes schijnen reeds bij zwakke aantasting nog spitser. De lichte vlekken bevinden zich nl. meestal eenzijdig nabij de toppen der blaadjes en een der bladranden krult daar ter plaatse om zoodat de onderzijde naar boven komt. De punt van het blaadje buigt zich naar beneden. Het overige gedeelte der blaadjes is omhoog gevouwen, waardoor eenige gelijkenis met de bladrolziekte ontstaat. Voor ik dan ook door de later te beschrijven transplantatieproeven daarop het antwoord gevonden had, stelde ik mij telkens de vraag of de ziekte, waar de Roode Star tegenwoordig zoo algemeen aan lijdt, bladrol- of mozaiekziekte is. Terloops dient opgemerkt, dat deze soort soms ook aan bladrolziekte lijdt, die ik later duidelijk als zoodanig heb leeren herkennen.

Bij de nakomelingen vertoonen ook de lager geplaatste bladeren de beschreven afwijkingen en de bovenste internodiën blijven kort. Het gevolg is een ineengedrongen plant met spitse, verwrongen blaadjes. (Pl. V fig. 26).

EXPERIMENTEEL GEDEELTE.

III. Bewijzen voor de besmettelijkheid en tevens voor de identiteit van mozaiek- en welvingsziekte. Het vraagstuk der bodembesmetting en der pootgoedverwisseling.

In het voorgaande hoofdstuk is het resultaat van jarenlange waarneming gegeven, waardoor ik ten slotte in 1918 overtuigd werd van de identiteit der beide vormen van de ziekte, welke ons bezig houdt. De vele bezoekers der Wageningsche proefvelden, landbouwkundigen en botanici, die de moederplanten in vorige jaren niet gezien hadden, heb ik evenwel op andere wijze hiervan kunnen overtuigen.

Door voorafgaande veldproeven in verschillende deelen des lands was alreeds gebleken, dat de ziekte besmettelijk is. Het is noodig van die proeven een kort overzicht te geven, voor ik de volledige bewijzen voor de identiteit van mozaiek en welvingsziekte kan geven.

1. Eerste proef over de overgang met de knollen en de mogelijkheid van besmetting te Wageningen in 1909 en '10.

In het jaar 1908 verzamelde de Heer A. van Luijk, destijds te St. Annaland, voor mij 6 knollen van gezonde Zeeuwsche Bonte en evenveel van topbonte planten dezelfde soort. In 1909 leverden de eerste op zandgrond te Wageningen zonder uitzondering gezonde, de tweede uitsluitend zieke planten. Daardoor was bewezen, dat de ziekte met de poters overgaat, een feit, dat al spoedig algemeen bekend werd. In 1910 pootte ik de knollen der 6 gezonde planten uit en verkreeg daarvan 12 gezonde en 38 zieke; terwijl de knollen der 6 zieke planten geen enkele gezonde en 45 zieke

opleverden. In 1909 hadden de 6 gezonde planten vlak naast de zieke gestaan, zoodat de mogelijkheid bestond, dat zij besmet waren geworden, zonder dat dit in 1909 er aan was te bespeuren. Hiermede zou het optreden in 1910 van een zoo groot aantal zieke bij het nageslacht der gezonde planten verklaard zijn.

2. Proeven over de mogelijkheid van besmetting te Oudebildtzijl, Colijnsplaat en in den Wilhelminapolder in 1915 en '16.

Nadat Oortwijn Botjes in de jaren 1913, '14 en '15 op zoo overtuigende wijze had aangetoond, dat de bladrolziekte besmettelijk is, ben ik proefnemers gaan zoeken, die voor de besmettelijkheid der mozaiekziekte dergelijke gegevens zouden kunnen verzamelen. De Heer Van der Meer te Oudebildtzijl verzamelde in 1915 gezonde pollen staande te midden van gezonde en gezonde pollen staande te midden van zieke bij de soort Eigenheimer; hetzelfde deed de Heer I. P. v. d. Weele te Colijnsplaat bij Eigenheimer en de Heer J. A. v. d. Broek in den Wilhelminapolder bij Zeeuwsche Blauwe.

Van den uitslag, die ook al reeds in de verslagen der Rijkslandbouwleeraren te vinden is, geeft het volgende tabelletje een overzicht.

	BIJ DE NATEELT VAN GEZOND NAAST GEZOND WAREN:		BIJ DE NATEELT VAN GEZOND NAAST ZIEK WAREN:	
	GEZOND	ZIEK	GEZOND	ZIEK
Te Oudebildtzijl (zavelgrond)	alle	geene	138	31
Te Colijnsplaat (zavelgrond)	930	66	759	214
Te Wilhelminadorp (zavelgrond)	60	16	10	40

Het blijkt uit de laatste twee kolommen, dat zeer veel, maar toch lang niet alle planten van haar mozaiekzieke buurplant de besmetting overnamen. Men krijgt verder den indruk, dat het uitzoeken van gezonde te Oudebildtzijl het meest nauwkeurig is geschied. Inderdaad kon de Heer Van der Meer, die reeds eenige jaren aan stamboomselectie deed, en verschillende families van gezonde en zieke planten te zijner beschikking had, gemakkelijk een aantal gezonde planten uitkiezen, die op 3 M. afstand van zieke rijen verwijderd waren, terwijl ter vergelijking werden gekozen gezonde planten, die aan beide zijden grensden aan zieke. Te Colijnsplaat werd de keuze der moederplanten verricht

in een gewone cultuur waar ongeveer 5 pct. mozaiekzieke planten in voorkwamen; te Wilhelminadorp was het uitzoeken van gezonde planten, die op voldoenden afstand van zieke stonden, zeer moeilijk, daar hier wel 10 pct. zieke in het gewas van 1915 voorkwamen.

3. Proef te Wageningen in 1917 en 1918 over den afstand tot welken buurplanten-besmetting bij bladrol- en welvingsziekte op kleigrond plaats heeft. Mogelijke invloed van de bodemgesteldheid.

Op zwaren kleigrond te Wageningen stond in den zeer regenachtigen zomer van 1916 in de richting Noord-Zuid een rij planten van de soort Paul Krüger, waarvan er twee secundair bladrolziek, de andere gezond waren. De grond was voor het grootste gedeeite vlak, maar helde naar de Noordzijde met een hoek van 15⁰. De eene zieke plant stond op de helling, de andere op het vlakke gedeelte van het veld. Zoowel naast de eerste als naast de tweede werden de knollen der gezonde buurplanten verzameld en het volgend jaar uitgepoot. Wanneer de waterbeweging in den grond de verspreiding der ziektekiemen bevorderde, zou men verwachten, dat de ziekte zich op het hellend terrein verder naar het Zuiden zou hebben verspreid dan op het vlakke. Dit was echter niet het geval. Alleen van de directe buurplanten aan beide zijden waren alle nakomelingen in 1917 ziek; van de daaropvolgende buurplanten geen enkele. Hier was de ziekte dus slechts 50 c.M. ver doorgedrongen.

Tusschen twee boonenveldjes stond in 1917 op zwaren kleigrond te Wageningen een rij Bravo planten. Deze waren op een onderlingen afstand van 50 c.M. gepoot. Er kwamen in deze rij enkele bladrolzieke planten voor, op fig 27 Pl. VI aangegeven door zwarte stippen, verder een aantal mozaiekzieke planten, aangegeven door gestreepte stippen, of, als zij gedeeltelijk ziek waren, door gedeeltelijk gestreepte stippen; ten slotte een aantal gezonde planten, die tot den oogsttijd toe een gezond voorkomen hadden, aangeduid door cirkeltjes.

Van elk dezer planten werden in 1918 vijf knollen uitgepoot. De gezondheidstoestand in 1918 is in het onderste gedeelte der figuur weergegeven. Elke verticale rij van 5 stippen stelt het nageslacht voor van de plant, die in de rij van 1917 door de zich daarboven bevindende stip is aangeduid. Men ziet, dat de planten, welke in 1917 door een der beide ziekten waren aangetast in 1918 een ziek nageslacht opleverden en dat van hare gezonde buren er een aantal besmet zijn geworden, welke besmetting eerst in de nakomelingschap zichtbaar wordt. Er is daarbij een zekere onregelmatigheid te bespeuren. Soms was

de besmetting niet op alle nakomelingen der gezonde buurplanten overgegaan, soms echter was behalve de directe buurplant ook een volgende aangetast geworden. Men zou kunnen denken, dat de niet geïnfecteerde buurplanten uitgangsmateriaal konden leveren voor de teelt van onvatbare stammen, maar dit is niet het geval. Ten eerste bestond de rij planten van 1917 uit nakomelingen van éene moederplant, zoodat hare eigenschappen, afgezien van de mogelijkheid van het optreden van knopvariaties, al zeer weinig uiteenliepen. In de tweede plaats heb ik reeds in voorafgaande jaren zulke planten, welke de besmetting niet hadden overgenomen, opnieuw aan buurplanteninfectie blootgesteld, die dan wel degelijk gelukte.

4. Proeven te Wageningen in 1915, '16 en '17 om na te gaan of de besmetting bij bladrol- en mozaiekziekte door den grond of door de lucht gaat.

Op kleigrond te Wageningen, die tot op ½ M. diepte uit klei, daaronder uit zand bestond en waar nog nooit of in lange jaren geen aardappelen gegroeid waren, werd in 1916 een rij gezonde aardappelen van de soort Bravo gepoot vlak bij en loodrecht gericht op een rij mozaiekzieke van de soort Paul Krüger. De pootafstand bedroeg 45 cM., zoodat de Bravo's 0,45 M., 0,90 M., 1,35 M., 1,80 M. en 2,25 M. van de infectiebron verwijderd waren. Op eenigen afstand werd hetzelfde gedaan, met dit verschil, dat hier de gezonde van de zieke rij gescheiden was door een ijzeren plaat, die van te voren tot een diepte van 85 cM. in den grond was gegraven en 15 cM. daar boven uitstak. Het bleek in 1917, dat *alle* gezonde planten, die zonder afscheiding naast zieke gegroeid waren, ziek waren geworden. De besmetting was hier dus 2,25 M. ver doorgedrongen. *Alle* gezonde planten, die in den grond door de ijzeren plaat van de zieke waren gescheiden leverden een gezonde nateelt. (Pl. VI fig. 28). Staat het in verband met sterker groei van de wortels in den zandigen ondergrond, dat in dit geval de ziekte zich verder verspreidde dan bij de zooeven onder 3 beschreven proeven, welke genomen werden op een bodem, die tot op groote diepte uit klei bestond? Dit moet door nadere proeven worden uitgemaakt. GIRARD (1900) die zijn onderzoekingen op zeer lichten grond deed, constateerde, dat aardappelwortels 1,80 M. lang worden. (Zie ook ROTMISTROFF 1908 en MODESTOV 1917).

Een soortgelijke proef was over de bladrolziekte genomen in de jaren 1915 en '16. Toen was een rij gezonde Paul Krügers gepoot naast een zieke rij derzelfde soort; tusschen deze twee rijen bevond zich een boven den grond aangebrachte dubbele afscheiding van kippengaas. Op eenigen afstand was een rij

gezonde potplanten, elk door houtwol omgeven, geplaatst in een tot 85 cM. diepte gegraven greppel; vlak naast den greppel stonden zieke planten (fig. 30 en 31 Pl. VI); de plattegrond van deze proef vindt men in fig. 29. Het bleek bij vergelijking van het nageslacht der beide gezonde rijen in 1917 dat de afscheiding *boven* den grond de besmetting bij geen der planten had kunnen verhinderen, terwijl ook hier de afscheiding *in* den grond alle gezonde planten volkomen tegen infectie had beschermd.

5. Proeven te Wageningen, in 1915, '16, '17 en '18 waaruit blijkt, dat de besmetting bij bladrol en mozaiek door den grond gaat, Eigenheimer en Zeeuwsche blauwe door dezelfde mozaiekziekte worden aangetast en dat mozaiek- en welvingsziekte identiek zijn.

In 1915 liet ik maken 6 kastjes met zinken onderbouw en glazen wanden, elk groot genoeg om er twee aardappelplanten naast elkaar in te laten groeien. Bij twee dezer kastjes werd de zinken onderbouw met gesteriliseerden zandgrond gevuld, op zoodanige wijze, dat de wortels der beide erin staande planten door elkaar konden groeien. Hier was boven den grond een ruit aangebracht, die bovengrondsche aanraking der planten verhinderde (links fig. 32 en 34 Pl. VII). In elk der vier andere kastjes waren twee potten met gesteriliseerden zandgrond geplaatst. Elk dezer potten stond op een schotel. Op deze wijze was het bij deze vier kastjes onmogelijk, dat de wortels van een der gezonde planten door die van de buurplanten heen konden groeien, of wel door van de buurplant afvloeiend water konden worden besmet. Van deze laatste vier kastjes waren er voorts twee zoo ingericht, dat bovengrondsche aanraking mogelijk was (in 't midden fig. 32 en 34), terwijl bij de andere twee de aan-aanraking der bovengrondsche deelen door een ruit was verhinderd (rechts fig. 32 en 34).

In 1915 pootte ik in elk der rechter helften van de kastjes een halven knol van een bladrolzieke Paul Krüger en in elk der linker helften een zesde part van één enkele gezonde knol derzelfde soort. Daar de planten in de kastjes goeden grond en een warme en beschutte standplaats hadden en voldoende begoten werden, ontwikkelden zij zich goed en was de bladrolziekte, ofschoon duidelijk zichtbaar, niet zoo schadelijk als in de planten, welke buiten op het veld uit de wederhelften der zieke knollenhelften van de kastjes opgroeiden.

Alle gezonde planten in de linkerhelften der kastjes bleven in 1915 voor het uiterlijk gezond, maar in 1916 waren er van de zes rijen planten, die er van afstamden, twee rijen ziek, en vier rijen gezond. De twee zieke rijen waren afkomstig van die moederplanten, welke aan infectie door den grond waren

blootgesteld; infectie door de lucht had niet plaats gehad.

Een dergelijke proef nam ik in de jaren 1916 en '17 met betrekking tot de mozaiekziekte. Wederom was alle grond gesteriliseerd. In elk der linker helften der kastjes werd gepoot een stuk van één enkele gezonde knol van de soort Eigenheimer, in de rechter helften kwamen knolhelften van mozaiekzieke planten en wel op deze wijze, dat in het eerste, derde en vijfde kastje de soort Zeeuwsche blauwe, in het tweede, vierde en zesde de soort Eigenheimer als ziekmaker werd gebruikt. Ook nu kwamen de ziektesymptomen in de rechter helften zeer zwak tot uiting, zoodat men ze ternauwernood kon waarnemen; maar daar de wederhelften der zieke knollen buiten op 't veld groeiden, kon ik er mij van overtuigen, dat het zieke materiaal wel degelijk voor besmetting kon dienen. De uitslag in 1917 was om drie redenen van belang. Ten eerste bleek, dat ook bij de mozaiekziekte de besmetting door den grond en niet door de lucht had plaats gehad. Ten tweede, dat, niettegenstaande de symptomen bij Z. Blauwe en Eigenheimer uiteenloopen, evengoed van de eerste, als van de tweede soort de ziekte op de Eigenheimer overging. Maar nog het meest trof mij het derde resultaat. De twee rijen van nakomelingen, welke besmet waren geworden, vertoonden de zwakke vorm van mozaiekziekte, in figuur 33 met enkele arceering (lichtgrijs) aangeduid; de nateelt van de Eigenheimers, welke als ziekmakers hadden gediend en die het vorig jaar slechts zwak mozaiekziek waren, bleken nu typisch welvingsziek te zijn (dubbel gearceerd of donkergrijs). Hier zag men dus de opeenvolgende stadiën der ziekte, die anders slechts in opeenvolgende jaren uit elkaar voortkomen, naast elkaar.

Hiermede is onomstootelijk bewezen, dat de welvingsziekte een vergevorderd stadium der mozaiekziekte is.

Bovendien leg ik er den nadruk op, dat terwijl de bladrolziekte, althans bij de soort Paul Krüger, reeds in het tweede jaar haar maximumstadium bereikt, de mozaiekziekte hier twee jaren lang in een zeer zwakken, in 1917 zelfs ternauwernood waarneembaren vorm aanwezig was, voor zij tot het welvingsstadium overging. Dit feit is voor de selectie, zooals die door de praktijk onder den invloed der veldkeuring wordt uitgeoefend, van zeer veel beteekenis. De moeilijkheid om een ziekte met zoo lange incubatieduur door selectie te verwijderen, springt in 't oog; hoe deze moeilijkheid kan worden overwonnen, daarop kom ik in het laatste hoofdstuk terug.

6. Transplantatieproeven met knollen te Wageningen in 1918 ten bewijze van de identiteit der mozaiekziekte bij meerdere soorten, alsmede van mozaiek- en welvingsziekte.

Door transplantatieproeven werd in 1915 het bewijs gebracht voor de besmettelijkheid van bladrol en de identiteit dezer ziekte bij de soorten Paul Krüger en Magnum bonum. Dergelijke proeven nam ik in de jaren 1916, '17 en '18 met betrekking tot de mozaiekziekte. Eerst dient de methode even in herinnering te worden gebracht.

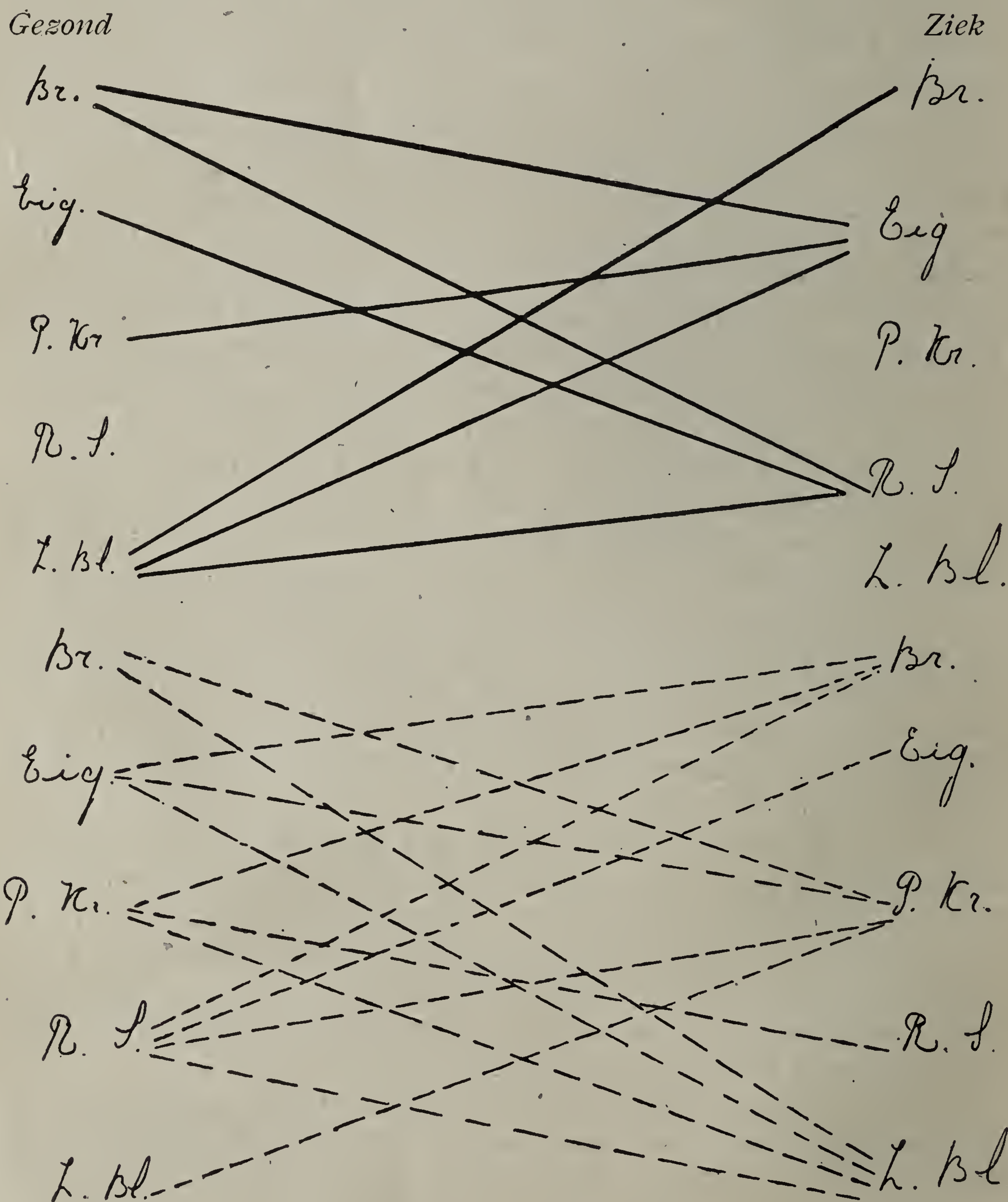
Eenige weken voor het uitpoten werden zes knollen afkomstig van gezonde planten van gezonde omgeving en van grond waar in langen tijd geen aardappels waren verbouwd, aan weerskanten gemerkt met een letter, die de soort aangaf, waartoe zij behoorden, een andere letter, die aanwees, dat zij gezond waren en een nummer loopende van 1 tot 6. Vervolgens werden zij doorgesneden; elk der beide helften was dan van de noodige merkteekenen voorzien. Hetzelfde geschiedde met zes even groote knollen van zieke planten. Vervolgens werd een helft van de gezonde knol No. 1 met een helft van de zieke knol No. 1 door middel van een elastisch koord stevig samengebonden op zoodanige wijze, dat de snijvlakten elkaar bedekten. (Pl. VII fig. 37.) Binnen twee weken had een zoo stevige vergroeiing plaats gevonden, dat een gewicht van 3 tot 4 kilo noodig was om de helften van elkaar af te trekken. Een dergelijke transplantatie werd uitgevoerd tusschen No. 2 van de gezonde en No. 2 van de zieke knollen enz. De oogen van de zieke helften dezer transplantaties werden uitgestoken om de kans grooter te maken, dat de gezonde helft bij het uitloopen voedsel uit de zieke helft zou opnemen en daarbij tegelijkertijd zou worden besmet.

Op den gewonen poottijd in April werden de 6 overgeschoten gezonde helften volgens nummer op een rij gepoot, vervolgens de 6 uit gezonde en zieke helften bestaande knollen en ten slotte de 6 overgeschoten zieke helften. Zoo was steeds bij ieder der uitloopende getransplanteerde gezonde heltfen de bijbehoorende gezonde te raadplegen om te zien of deze werkelijk gezond was, alsmede de bijbehoorende zieke om te zien of deze inderdaad als ziekmaker deugde. (Zie de plattegrond van deze proef in fig. 36 Pl. VII).

In 1916 werden op deze wijze zes maal zes transplantaties uitgevoerd tusschen gezonde en zieke Zeeuwsche blauwe. Altijd ging de besmetting over, behalve bij één geval waar bleek, dat de knol, die als ziekmaker had moeten dienen niet ziek was. De uitslag was reeds vroeg in Juni te zien; de door transplantatie besmette plant was steeds ongeveer op denzelfden tijd ziek als de uit een zieke poter gegroeide plant.

In 1917 werden transplantaties uitgevoerd tusschen gezonde en zieke planten van verschillende soorten. De uit twee stukken samengestelde knollen werden uit zuinigheid van het elastische

koord ontdaan vóór het uitpoten plaats had. Later bleek, dat de besmetting niet zoo regelmatig had plaats gehad als in 1916, hetgeen vermoedelijk hieraan moet worden toegeschreven, dat de knollen in den vochtigen grond opzwellen en de helften daarbij dikwijls van elkaar af worden gewrongen, vóórdat het gezonde deel nog genoeg voedsel en smetstof uit het zieke stuk heeft kunnen opnemen. Toch is de overgang der besmetting in 1917 duidelijk te constateeren geweest bij een aantal gevallen. Onderstaand schema doet zien dat er 20 combinaties tusschen de gekozen vijf soorten, Bravo, Eigenheimer, Paul Krüger, Roode Star en Zeeuwsche blauwe mogelijk zijn en dat er in 7 gevallen inderdaad besmetting had plaats gehad (aangegeven door lijnen) in 13 andere gevallen niet (stippellijnen).



Men zou, daar de soort Paul Krüger nogal dikwijls bij de negatieve uitkomsten betrokken was, kunnen meenen, dat de mozaiekziekte dezer soort van die der andere soorten verschilt, ware het niet, dat wel overgang heeft plaats gehad van Eigenheimer op Paul Krüger en over de identiteit der Eigenheimer smetstof geenerlei twijfel bestaat.

In 1918, toen met de ondervinding der drie vorige jaren rekening kon worden gehouden, werd als gezonde soort om op te transplanteeren in den regel de Zeeuwsche Blauwe gebruikt, daar deze, zooals uit de beschrijving van het vorige hoofdstuk blijkt, altijd op dezelfde karakteristieke wijze ziek wordt. De transplantaties slaagden nu zeer goed.

Alle twijfel over de identiteit der Paul Krüger smetstof werd op deze wijze opgeheven. Maar tevens werden nog verschillende andere vragen beantwoord. Bij sommige soorten, als Ceres, komt de mozaiekziekte zeer algemeen doch in zwakken vorm voor, zoodat de practici geneigd zijn haar voor een eigenschap der soort te houden. Dat men hier werkelijk met dezelfde ziekte te maken heeft en de Ceres dus als verspreider van smetstof een groot gevaar oplevert, bleek bij transplanteeren op Zeeuwsche Blauwe, die de besmetting van de Ceres overnam en daarop op de haar eigene wijze reageerde. Zoo werd ook het zwakke mozaiektype en het sterker welvingstype van de Bravo op de Zeeuwsche Blauwe overgebracht en in beide gevallen reageerde zij wederom op de haar eigene wijze. Geheel aan zich zelve gelijk blijvende nam zij ook de ziekte over van Eigenheimers met het mozaiektype en van Eigenheimers met het welvingstype. Gevallen van welvingsziekte, in de praktijk verzameld bij de vroege engelsche soort Duke of York en bij Splendo, een soort van Veenhuizen, gingen op dezelfde wijze op de Zeeuwsche Blauwe over.

Hierbij dient opgemerkt dat ik, wanneer alleen deze proeven genomen waren, niet overtuigd zou zijn van de identiteit van welvings- en mozaiekziekte. De mogelijkheid toch is niet uitgesloten, dat een welvingszieke plant ook mozaiekziek kan zijn. Op vele aardappelvelden kan men nauwelijks een enkele niet mozaiekzieke stam vinden, zoodat het een toeval zou zijn een welvingszieke stam aan te treffen, die vrij is van mozaiekziekte.

Met betrekking tot de Bravo meen ik dan ook, dat nog de mogelijkheid bestaat van het voorkomen van twee mozaiekziekten; ik verwijs hiervoor naar de beschrijving in hoofdstuk II. Daarom ken ik een veel grootere bewijskracht toe aan de onder III, 5 beschreven in de zinken kastjes genomen proef met Eigenheimers. Hier is de overgang, die anders in den loop der jaren plaats heeft, in één jaar gedemonstreerd.

Zoo zijn verschillende vragen, die met betrekking tot de mozaiekziekte langs dezen weg kunnen worden beantwoord, tot een oplossing gebracht. Bovendien zijn nog enkele proeven genomen met de echte bontheid (Pl. V fig. 22); deze blijkt niet besmettelijk te zijn.

7. Pootgoedverwisseling. Proeven om uit te maken of en hoe lang de bodem besmet blijft en of er nog andere infectiebronnen bestaan.

Er zijn enkele feiten, waaruit men zou kunnen afleiden, dat sommige gronden besmettend kunnen werken op een gezond gewas aardappelen, dat daar later wordt verbouwd. De Heer H. VISSER, destijds te Schagen, schreef in 1912:

„Eigenaardig is, dat de dit jaar uit Friesland ingevoerde poters van de soort Blauwe te Wydenes e.o. een gewas gaven vrij van krul, doch poters van nabouw Friesche alweer eenige krulstammen opleverden",

en in 1913:

„Wederom heb ik het feit kunnen opmerken, dat planten van blauwe aardappelen, afkomstig van uit Friesland ingevoerde poters, waarvan ik in 1912 constateerde, dat zij absoluut vrij van krul waren, dit jaar in den nabouw een hoog procent topbonte planten vertoonden, doch daarnaast nam ik nu verschillende perceelen waar, beplant met z.g.n. „frissche" Friesche poters, die nu wel krul vertoonden".

Door plaatselijke bekendheid met de cultuur te Wydenes en Andijk weet ik, dat hetgeen men daar met krul in de Blauwe aardappelen aanduidt, mozaiekziekte is. De mededeeling van den Heer VISSER doet de vraag rijzen „was in de Blauwe, in 1912 uit Friesland geimporteerd, de mozaiekziekte reeds in latenten vorm aanwezig of is zij te Wydenes van den bodem of van naburige zieke velden op de geïmporteerde planten overgegaan?"

Tot een dergelijke vraag geeft een door de landbouwingenieurs W. C. VAN DER MEER, M. DE LANGE en W. B. L. VERHOEVEN genomen proef aanleiding. De eerste, die zich op de boerderij van zijn vader met stamboomteelt had bezig gehouden, had twee planten der soort Eigenheimers, die in 1913 gezond waren, in 1914 vermeerderd. In 1915 was van elk der stammen een deel in Oudebildtzijl, een deel te Nieuw-Compagnie en een deel in Zuid-Beijerland verbouwd. In 1916 zijn te Oudebildtzijl de poters van deze drie herkomsten naast elkaar gezet. Het bleek, dat alleen de nateelt der aardappelen uit Nieuw-Compagnie topbont was, niet die van de aardappelen uit Oudebildtzijl en Zuid Beijerland. De verbouw had in 1915 te Nieuw-Compagnie plaats gehad midden op een stuk land, dat met Eigenheimers was bezet; zij stonden in een complex van drie rijen daartusschen; de rijenafstand bedroeg 50 cM.

Ook hier kan men in twijfel zijn of de besmetting afkomstig is van grond, die door een vroeger daar verbouwd gewas geïnfecteerd is, dan wel of zij afkomstig is van zieke planten, die in de buurt stonden.

Om deze vraag te beantwoorden, zijn door mij in het jaar 1917 de knollen van eenige gezonde planten van de soort Eigenheimer in tweeën gesneden; van elk der knollen is de eene helft op grond gepoot, waar zieke planten gestaan hadden, de andere op grond, die in lange jaren niet voor deze teelt gebruikt was, of waar gezonde aardappelen verbouwd waren. Deze proef werd genomen in een proeftuin te Leeuwarden. In zeer enkele gevallen werd in 1917 mozaiekziekte opgemerkt op de plaatsen, waar het vorig jaar een zieke plant gestaan had, terwijl bij de wederhelft op gezonden grond deze verschijnselen afwezig waren; in de meeste gevallen echter bleven de planten uit beide helften gezond. Daar in dezen proeftuin sommige planten ziek werden, die nòch door den bodem, nòch van een in de directe omgeving staande plant besmet konden zijn en de proef dus onbetrouwbaar was is zij niet voortgezet. Met veel grooter zekerheid dan het hier kon geschieden leidt intusschen Oortwijn Botjes uit zijn proeven af, dat er nog een andere oorzaak van besmetting in de praktijk moet voorkomen.

Daar er in zoovele punten overeenkomst aan den dag is getreden tusschen de mozaiekziekte en de phloeemnecrose dienen wij hier na te gaan wat van de mogelijkheid van bodembesmetting bij de laatstgenoemde ziekte bekend is.

In 1915 nam ik met de soort Paul Krüger de volgende proeven. Tien knollen van gezonde herkomst werden elk in vier stukken a, b, c en d gesneden. De a stukken van elk der knollen werden gepoot op grond, die 20 jaar niet met aardappelen was bepoot geweest. De b en c stukken op grond, waar dit gewas de twee voorafgaande zomers niet was gegroeid, maar waar in 1912 bladrolzieke planten hadden gestaan; de d stukken kwamen op grond, die het vorig jaar was bezet geweest met zieke planten. Op het stuk d werden in 't voorjaar van 1915 enkele opslagplanten verwijderd. Hier trad reeds in Juli de primaire bladrolziekte in zoo hevige mate op als ik het niet eerder had waargenomen. Op de stukken b en c kwam zij iets later voor den dag, op het stuk a bleef zij achterwege. Dat het op b, c en d inderdaad een aantasting door bladrolziekte was, werd nog bevestigd door van enkele der aangetaste planten de knollen na te verbouwen; deze bleken secundair zieke planten op te leveren. De hier beschreven proef werd genomen in den tuin van het Instituut voor Phytopathologie; de bedjes, waarop de planten groeiden, waren door andere hoog opgaande gewassen van elkaar gescheiden.

Behalve deze proef werd er in 1915 nog een andere genomen met Paul Krüger knollen, die in achten gesneden waren. Ook hier werden stukken van eenzelfden knol gepoot op verschillende perceeltjes. Sommige van deze perceeltjes hadden het vorig jaar zieke planten voortgebracht; bij andere waren er enkele jaren verloopen, sedert er het laatst aardappelen waren gegroeid; voor de perceeltjes die het langst vrij van aardappelen waren geweest bedroeg dit aantal jaren vijf. Bij deze proef trad op alle perceeltjes primaire infectie op, die zich bij alle planten op zeer gelijkmatige wijze voordeed. Wederom zijn enkele knollen der aangetaste planten geteeld en brachten deze secundair zieke stammen voort. De hier bedoelde perceeltjes waren gelegen in het vrije veld in den Eng bij Wageningen; overal in de buurt werden veel aardappelen verbouwd, die lang niet vrij van bladrolziekte waren. De perceeltjes waren evenwel zoo gekozen, dat de afstand van de omringende velden minstens vier Meter bedroeg. Daar buurplanteninfecties tot nog toe slechts tot een afstand van 2 M. en dan nog maar zeer sporadisch waren waargenomen en daar de proefplanten zoo gelijkmatig primair ziek werden, meende ik uit deze proef te mogen afleiden, dat de smetstof zeer langen tijd in den grond in leven kan blijven.

In 1917 toen ik een dergelijke proef over de mozaiekziekte nam, heb ik tegelijkertijd de bodembesmettingsproeven over bladrolziekte herhaald en wel op grond waar het vorig jaar Paul Krügers stonden met de secundaire verschijnselen. Merkwaardigerwijze heb ik in het jaar 1917 geen primaire aantasting in de proefplanten kunnen opmerken, terwijl de nateelt ervan in 1918 ook vrij van ziekte bleef. Hoe het verschil in uitslag tusschen beide proeven te verklaren? Terwijl het antwoord op deze vraag wel niet anders gevonden zal kunnen worden dan door dergelijke proeven meermalen te herhalen, meen ik toch reeds eenige aanwijzingen te kunnen geven over de richting, in welke het gezocht zal moeten worden. Aan het jaar 1915 was een reeks van kwalkelwinters voorafgaan, in welke de grond nooit dieper dan tot 10 à 20 cM. bevroor. In den winter van 1916—'17 evenwel trad een zeer strenge koude in; de grond is langen tijd tot 50 à 60 cM. diepte bevroren geweest. Reeds vermeldde ik, dat bij de proef, in 1915 in den tuin van het Instituut voor Phytopathologie genomen, opslag is verwijderd geworden op het perceeltje, waar het vorig jaar aardappelplanten waren gegroeid. Hier kan de smetstof in de levende knolletjes zijn achtergebleven. Maar de mogelijkheid bestaat, dat ook in de perceeltjes in den tuin, waarin de twee voorafgaande zomers geen aardappelen waren gegroeid nog langen tijd levende knolletjes zijn voorgekomen, afkomstig van de planten, die daar in 1912 stonden. Er zijn mij gevallen bekend,

dat er nog opslagplanten kunnen voorkomen eenige jaren nadat de verbouw van aardappelen heeft plaats gehad; deze planten kunnen afkomstig zijn uit knollen, die op groote diepte in den grond zitten; zij worden soms in de tusschenliggende jaren afgeschoffeld of niet opgemerkt in het gewas, dat dan wordt verbouwd, maar kunnen wel degelijk weer knolletjes voortbrengen, die eveneens zeer diep zitten. Bovendien is door mij opgemerkt, dat de spruiten van aardappels, die gedurende den winter in den grond liggen, of die zeer vroeg zijn gepoot, zich tot knoldragende stolonen ontwikkelen, terwijl de vorming van bovengrondsche stengels achterwege blijft. Dit is in overeenstemming met waarnemingen van Vöchting (1902), volgens welke het uitloopen bij lage temperatuur de vorming uitsluitend van stolonen, het uitloopen bij hooge temperatuur die van stengels tengevolge kan hebben. In zulke gevallen, waarvan er een is afgebeeld in fig. 41, Pl. VIII kan het contagium een geheelen zomer, misschien ook wel twee zomers, in den grond overblijven. Wanneer het daarna weer infectie teweegbrengt, krijgt men den indruk van een ziekteverwekker, die in saprophytischen toestand in den bodem is blijven leven, terwijl in werkelijkheid de levende plant het contagium in stand heeft gehouden. Hiermede is evenwel het feit, dat in den Eng primaire infectie voorkwam op perceeltjes die vijf jaar lang vrij van aardappelen zijn geweest nog niet op bevredigende wijze verklaard; men vraagt zich af of er nog andere infectiebronnen in 't spel zijn geweest. Dat dit inderdaad het geval kan zijn, blijkt met zekerheid uit wat Oortwijn Botjes (1919) hieromtrent mededeelt. Bodembesmetting kan volgens zijn proeven niet uitgaan van een zieke voorvrucht, nadat het land één tot vijf jaar achtereen vrij van aardappelen is geweest, maar hij heeft aanwijzingen gevonden, dat er behalve door de zieke moederplant en de zieke buurplant nog op andere wijze besmetting kan plaats hebben.

IV. De anatomische kenmerken der beide zeefvatenziekten (bladrol en mozaiek) en hare verspreiding in de plant. Verwantschap of identiteit met de mozaiekziekte van tabak en andere Solaneeën.

De bladrolziekte is gekenmerkt door het afsterven van de zeefvaten en geleidecellen. Het lag dus voor de hand na te gaan of bij de mozaiekziekte, die in hare verspreidingswijze een zoo groote overeenkomst met de bladrolziekte heeft, ook iets abnormaals in de zeefvaten zou zijn te ontdekken. Dit is evenwel

niet gelukt: het eenig anatomisch verschil, dat tusschen de mozaiekzieke en gezonde planten is te vinden, bestaat daarin, dat in de geelgroene gedeelten der bladeren de palissadecellen korter en de bladgroenkorrels bleeker, eenigszins meer geelachtig van kleur zijn. Om dit kleurverschil, dat in uit de hand gemaakte praeparaten reeds zichtbaar is, in microtoomcoupes waar te nemen, zijn bladeren gefixeerd in een mengsel van 12 deelen water en 1 deel formaline, in welk mengsel 0,2 pct. kopervitriool was opgelost. Hierin blijft de groene kleur van het blad behouden of liever er vormt zich in de chlorophylkorrels een groene koperverbinding, die in kleur niet of weinig verschilt van de chlorophylkleurstof. Men kan in de aldus gefixeerde bladeren de lichte plekken terugvinden en ze in doorsneden, die na paraffine-insluiting met het microtoom gemaakt zijn, vergelijken met de donkergroene plekken, waarbij het beschreven verschil in 't oog valt. Een dergelijk verschil tusschen de palissadecellen der groene en geelgroene plekken is ook waargenomen bij de mozaiekziekte der tabak en wel door Woods (1902).

Bij den sterken vorm der aardappelmozaiekziekte is dikwijls nog een andere anatomische afwijking te vinden. Op de plaatsen waar de bladpunten der kroeze bladeren met een vrij korte bocht naar beneden zijn gebogen is de aan de onderzijde van het blad uitstekende nerf menigmaal eenigszins bruin van kleur. De hypodermale cellagen, waarvan de buitenste collenchymatische, de binnenste parenchymatische structuur hebben, zijn hier bruin van wand, soms zelfs geheel afgestorven. De diepere, dichter bij de vaatbundels gelegen cellen van het schorsparenchym reageeren hierop, door het maken van tangentiale wanden, een proces, dat aan kurkvorming herinnert. Bij de ineengedrongen stengels van sterk kroeze planten zijn donkere, overlangsche strepen menigmaal ook aan de schors der bladstelen en stengels waarneembaar. Ook hier heeft een afsterven der hypodermale schorslagen en daaronder een celdeelingsproces plaats. Dat de blaadjes en stengeltoppen, welke deze necrotische verschijnselen in het collenchym of parenchym der schors vertoonen, eenigszins bros zijn, behoeft niet te verwonderen. Deze brosheid treedt vooral aan den dag bij de lager geplaatste bladeren, die bij de minste aanraking afbreken. Van dit verschijnsel wordt ook melding gemaakt door vroegere schrijvers over de „Kräuselkrankheit" (Kühn 1858). De laaggeplaatste bladeren worden spoedig geel (Pl. II fig. 13) en aan den voet van den bladsteel vormt zich al spoedig de z.g. „Trennungsschicht", die ook bij gezonde bladeren oorzaak is van het afvallen, maar dan pas veel later ontstaat.

Terwijl dus uit het anatomisch onderzoek niet kan worden

afgeleid, dat ook hier, evenals bij de bladrolziekte, een verspreiding door de zeefvaten plaats vindt, blijkt dit wel uit entproeven.

Er moge hier in herinnering worden gebracht, dat ik in het jaar 1913 begon met op gezonde Paul Krüger planten de toppen van bladrolzieke stengels der zelfde soort te enten. Zes weken nadat de enting had plaats gehad, vond men, dat de ziekte in den gezonden onderstam was voortgeloopen; de bladeren onder de entplaats hadden een eenigszins ziek voorkomen; naarmate zij lager stonden was dit in mindere mate het geval. De in de oksels dier bladeren uitgeloopen zijscheuten waren eveneens duidelijk aangetast, en wel des te sterker naarmate hun afstand van de plaats van vergroeiing kleiner was. Het maakte den indruk alsof de verspreiding plaats had met den neerdalenden sapstroom.

Op dergelijke wijze nu loopt de mozaiekziekte voort in een gezonde aardappelplant, waarop een top van een zieke is geënt met dit verschil, dat de reeds volgroeide bladeren de ziektesymptomen niet meer aannemen; de uitloopende okselspruiten reageeren er echter wel degelijk op.

De beschreven wijze van verspreiding in de plant herinnert sterk aan wat bij infectie van tabak met het sap van mozaiekzieke planten derzelfde soort door Beyerink (1898) en Koning (1899) is waargenomen. Beyerinck schrijft:

„Worden de middennerven van volwassen of in strekking, maar niet meer in celdeeling verkeerende bladeren geïnfecteerd, dan blijven deze zelve gezond, maar het virus keert daaruit eerst naar den stengel terug om van daaruit op de gewone wijze de meristemen van de knoppen en de in aanleg verkeerende bladeren te besmetten. De terugkeer van het virus uit het blad naar den stengel moet ongetwijfeld langs den weg van den neerdalenden sapstroom geschieden, dat is langs het phloeem."

En Koning beschrijft de volgende proef:

„Op 31 Juli 1899 bracht ik in de hoofdnerf van een blad tabakssap van een zieke plant. Deze plant stond op het punt van te gaan bloeien. Drie spiralen lager treft men het blad aan, dat juist onder het geïnfecteerde blad staat. (De bladstand bij de tabak is $^3/_8$.) Juist dit blad vertoonde op 2 September in den „zuiger" de mozaiekziekte. Langzamerhand volgden nu alle zuigers, die in de bladoksels der onderstaande bladeren stonden."

De groote overeenkomst zoowel in ziektesymptomen als in verspreiding door het phloeem tusschen de mozaiekziekte van de tabak en die van de aardappelplant heeft mij op het denkbeeld gebracht na te gaan of wij hier met dezelfde ziekteoorzaak te doen hebben. Tegelijkertijd wilde ik een tegenspraak oplossen, die bestaat tusschen Westerdijk (1910) en Clinton (1915). Volgens Westerdijk gaat de mozaiekziekte van de tomaat niet over op de tabak, evenmin die van tabak op tomaat. Deze onderzoekster gaat zoover te zeggen, dat er twee verschillende infectieuze stoffen zouden zijn, waarvan elk haar werking op de eigen

voedsterplant uitoefent. Clinton daarentegen kon de ziekte gemakkelijk van tabak op tomaat overbrengen en omgekeerd; hij komt tot het resultaat, dat het dezelfde ziekte is. Door mij zijn herhaaldelijk zieke toppen van tabak afkomstig uit Rhenen en Amerongen, waar ook Koning en Beyerinck hun materiaal vandaan hadden, op gezonde tomaat geënt en omgekeerd zieke toppen van tomaten afkomstig uit kassen te Maastricht en te Wageningen op gezonde tabak. Altijd bleek de ziekte over te gaan; geregeld vertoonde zij zich na 10 tot 15 dagen in de jonge, groeiende toppen der geënte planten (Pl. VIII fig. 38), terwijl niet geënte controle-planten gezond bleven. Op dezelfde wijze heb ik kunnen aantoonen, dat de mozaiekziekte van Spaansche peper *(Capsicum annuum)* in 1918 voorkomende in een kas te Elst (O.B.) identiek is met die van de tomaat en de tabak.

Ook werden gezonde toppen op zieke planten geënt, maar deze proeven geven in 't algemeen veel minder duidelijke resultaten en wel omdat de ent in den regel veel minder goed groeit dan de onderstam, en men juist de jonge, krachtig groeiende toppen of zijscheuten moet observeeren om den overgang der ziekte waar te nemen.

Uit mijne proeven mag worden afgeleid, dat de mozaiekziekte van de verschillende Solaneeën, waarmede ik experimenteerde, eenzelfde oorzaak heeft. Ik kom dus tot dezelfde conclusie als Clinton.

Westerdijk en ook Clinton namen de proeven met sap van zieke planten, dat werd ingespoten of ingewreven in gezonde, terwijl ik steeds de toppen van zieke planten op gezonde entte om de kans op overgang zoo groot mogelijk te maken. Merkwaardigerwijze slaagde Westerdijk er niet in de tomatenziekte door enting op gezonde exemplaren derzelfder soort over te brengen.

In de jaren 1916, '17 en '18 werden door mij zieke toppen van tomaten en tabak op gezonde aardappelstengels geënt en omgekeerd mozaiekzieke aardappeltoppen op gezonde tomaat en tabak. De aardappelplanten, waarmede ik experimenteerde, behoorden tot de soorten Bravo, Eigenheimer; later in 1917 ook tot de soort Zeeuwsche Blauwe. In het jaar 1916 nam ik in 't geheel geen overgang waar; in het jaar 1917 bleef overgang achterwege bij enting van tomaat en tabak op Eigenheimer en Bravo of omgekeerd. Maar wel heb ik in dat jaar overgang waargenomen van tomaat op de soort Zeeuwsche Blauwe. De knollen dezer geïnfecteerde planten leverden in 1918 wederom mozaiekzieke planten. In 1918 heb ik deze proeven herhaald door mozaiekzieke tomatentoppen te enten op gezonde Zeeuwsche Blauwe en mozaiekzieke Zeeuwsche Blauwe op gezonde tomaat. In beide gevallen was de overgang zeer duidelijk te constateeren. Het is noch bij de aardappel, noch bij de tomaat te zien of de smetstof van de eene dan wel van de

andere plantensoort afkomstig is. De enting van tomaat op aardappel had plaats op 15 Juli, de overgang was zichtbaar op 5 Aug. De enting van aardappel op tomaat had plaats op 5 Aug. en de overgang werd zichtbaar op 26 Aug. (Pl. VIII, fig. 39). Nadere proeven moeten uitmaken waarom het mij niet gelukte de ziekte van tomaat op Eigenheimer en Bravo over te brengen. Daar men het tabaksmozaiek gemakkelijk op gezonde planten kan overbrengen door deze met het sap van zieke in te spuiten of de bladeren ermede in te wrijven, is dit door mij ook beproefd bij het aardappelmozaiek. Voorloopig echter zonder succes. De mogelijkheid is echter niet uitgesloten, dat het, als de proef op verschillende wijze wordt gevarieerd, toch nog zal gelukken.

Ook uit de literatuur zijn, behalve de reeds genoemde, nog tal van andere voorbeelden aan te halen, waaruit blijkt dat de eene onderzoeker er in slaagde de ziekte over te brengen op een verwante soort, terwijl de andere daarbij geen succes had, of dat het 't eene jaar of volgens de eene methode wel, 't andere jaar of volgens een andere methode niet gelukte. Adolf Mayer (1886) slaagde er niet in de tabaksziekte op andere Solaneeën over te brengen, Koning (1900) evenmin, Clinton (1915) slaagde er bij de soort *N. affinis* het eene jaar wel, het andere jaar niet in. De aardappelplant kon hij niet infecteeren behalve in één geval, waarin zaailingen werden gebruikt. Bij Spaansche peper gelukte de infectie bij slechts enkele proefplanten. Allard (1916) meent, dat het mozaiek van *N. tabacum* een ander is dan dat *N. viscosum,* omdat de eene ziekte andere Solaneeën infecteert dan de andere, maar beide gaan zij over op *Datura stramonium,* zonder dat men verschil in de symptomen kan waarnemen. Geen dezer beide ziekten infecteert volgens hem *S. tuberosum.* Spaansche peper kan hij wel met de tabaksziekte besmetten, niet met die van *N. viscosum.*

Er zijn dus zooveel tegenstrijdigheden, dat men eerst wel terdege zijn proeven moet herhalen, desnoods op verschillende wijze gevarieerd, voor te besluiten hetzij tot het bestaan van verschillende mozaiekziekten bij de Solaneeën, hetzij tot het bestaan van een enkele smetstof, die dan wellicht zich gemakkelijker aanpast aan de eene dan aan de andere soort. Mijn ondervinding doet mij vermoeden, dat er één mozaiekziekte is, maar dat de verschillende Solaneeën er in verschillende mate vatbaar voor zijn. Hierin zijn alle onderzoekers het echter eens, dat de mozaiekziekte der tabak niet op soorten uit andere familiën overgaat. De op mozaiekziekte gelijkende verschijnselen van Papilionaceeën enz. zijn dus niet met het Solaneeënmozaiek identiek.

Voor zoover ik deze quaestie dus thans beoordeelen kan, is het waarschijnlijk, dat de mozaïekziekte en dus ook de welvingsziekte van de aardappelplant dezelfde ziekte is als de mozaiekziekte

van de tabak, die tot zooveel onderzoekingen aanleiding heeft gegeven. Is dit juist, dan moet zij, evenals ALLARD dit voor de tabak heeft aangetoond, ook bij de aardappelplant overgebracht kunnen worden door bladluizen. Hierover dienen dus in de volgende jaren proeven te worden genomen. Voorts zal moeten worden nagegaan, welke rol het in ons land veel voorkomend onkruid *Solanum nigrum* speelt als smetstofdrager.

Maar wat vooral belangrijk is: de ervaringen over de tabaksziekte openen den weg tot de oplossing van het vraagstuk der bodembesmetting, ook voor de verwante bladrolziekte; want evenals ten opzichte van de verspreiding van de smetstof in de plant een groote mate van overeenkomst tusschen de mozaïekziekte en de bladrolziekte bestaat — in beide gevallen toch volgt zij den weg van de zeefvaten — zoo kan deze overeenkomst ook verwacht worden ten opzichte van den weg, dien de smetstof volgt om van den bodem in de plant te geraken. Reeds weten wij uit het vorige hoofdstuk, dat de primaire infectie, wanneer zij van buurplanten afkomstig is, door den bodem wordt overgebracht. Een vergroeiïng der wortels van naburige planten heeft niet plaats, dus de besmetting gaat òf door wonden òf zij volgt den weg, dien ook het water en de mineralen volgen, dus door de wortelharen, wortelschors, en houtvaten. In ieder geval zullen het de houtvaten moeten zijn, die de smetstof van uit de wortels naar de bladeren transporteeren, want eerst van de bladeren uit kan zij met de eiwitten in de zeefvaten komen. Zoo beschreef ik het binnendringen van uit den bodem in de plant in 1916 voor de bladrolziekte, en de analogie met de mozaïekziekte blijkt wederom, wanneer men hiermede vergelijkt BEIJERINK's waarnemingen bij de tabak. Hij schrijft:

„Wordt de grond, waarin tabaksplanten groeien, met het virus besmet, dan ziet men na eenigen tijd de ziekte in den eindknop verschijnen. Het tijdsverloop is daarbij verschillend en afhankelijk van de grootte der plant; bij kleine planten zag ik twee weken, bij grootere drie tot zes weken na de infectie de eerste ziekteverschijnselen aan de nieuw gevormde bladeren in den eindknop. Wortel en stengel moeten daarbij het virus soms tot op zeer aanmerkelijke afstanden wegvoeren en voortgeleiden. Verschillende waarnemingen schijnen te bewijzen, dat deze geleiding bij uitzondering langs het xyleem, dus met den waterstroom geschiedt, gewoonlijk echter den zoogenaamden afdalenden sapstroom volgt en dan vermoedelijk langs de phloeembundels gaat. Het eerste moet afgeleid worden uit de volgorde, waarin de ziekteverschijnselen optreden bij het invoeren van een groote hoeveelheid van het contagium in de stengelorganen, waarbij het allereerst die gedeelten der jonge bladen ziek worden, welke aan de sterkste transpiratie zijn onderworpen, zooals de toppen en de randen daarvan, die vrij uit den eindknop naar buiten steken".

Vervolgens besluit hij tot de geleiding van het virus langs het phloeem uit zijn reeds eerder in dit hoofdstuk geciteerde, op

middennerven van volwassen bladeren verrichte infectieproeven.

Bij de bladrolziekte heb ik kunnen aantoonen, dat van grond, waar eenmaal zieke planten gestaan hebben, later besmetting kan uitgaan op gezonde planten, al geschiedt dit dan ook niet altijd en al is ook de waarschijnlijkheid groot, dat het contagium aan in den grond achtergebleven levende deelen van de plant gebonden is. Bij de mozaïekziekte van den aardappel zijn hierover nog zeer weinig proeven genomen. Het is daarom van belang te weten, wat hiervan bij de mozaïekziekte van de tabak bekend is. Clinton komt op grond van talrijke proeven tot de conclusie, dat resten van mozaïekzieke stammen en bladeren weinig beteekenis als infectiebron hebben op het veld, maar des te meer op de zaaibedden. Hij kon aantoonen, dat het infectievermogen bij de rotting der weefsels langzamerhand verloren gaat. Op de zaaibedden evenwel treedt wel degelijk infectie op, een gevolg daarvan, dat in droge plantenresten de smetstof bewaard blijft en dat juist die droge resten veel voor bemesting der zaaibedden gebruikt worden. Deze waarnemingen komen geheel overeen met die van de tabaksverbouwers in Rhenen en Amerongen. Infectie komt zeer veel voor op de zaaibedden, waar tabaksafval is gebruikt; wanneer een gezonde plant gezet wordt op de plaats, waar een zieke is verwijderd geworden, dan wordt zij ziek; na den winter gaat echter in den regel van de plekken, waar zieke planten gestaan hebben, geen besmetting meer uit. Uit de waarnemingen van Oscar Loew (1900), bevestigd door Hunger (1903) blijkt, dat de mozaïekziekte na het overplanten veel meer optreedt in tabak, die uit droge zaaibedden was getrokken, dan bij tabak, die getrokken was, wanneer het bed vooraf flink was bevochtigd. In het eerste geval worden de wortels veel meer verwond dan in het tweede. Allard (1917) vermeldt, dat de smetstof alleen door den verwonden, niet door den gaven wortel wordt opgenomen.

PHYSIOLOGISCH GEDEELTE.

V. De beteekenis der zeefvaten uit physiologisch en pathologisch oogpunt. Stofvervoer en enzymwerking in gezonde, bladrolzieke en mozaiekzieke planten. Zeefvatenziekten of leptosen. Vergelijking tusschen de pathologie der hoogere dieren en die der hoogere planten.

Men is het er algemeen over eens, dat de eiwitstoffen circuleeren in de zeefstrengen om zich te begeven van de bladeren

naar de onderaardsche stengels en de wortels of wel naar de groeiende stengeltoppen, de knoppen, bloemen en vruchten. De aanwezigheid dezer stoffen toch kan door microchemische reacties overal in de zeefvaten worden aangetoond.

Maar worden de georganiseerde stoffen, die in de bladeren zijn gevormd, in hun geheel door de zeefvaten vervoerd, of zijn het slechts de eiwitachtige lichamen, die dezen weg volgen, terwijl de koolhydraten zich verplaatsen in het schorsparenchym van cel tot cel door een diffusieproces, dat een gevolg is van de evenwichtsverstoring, die bij de omzetting van suiker in zetmeel ontstaat? Dit is een der vraagpunten, waarover veel gestreden is in de physiologie.

Men vindt de koolhydraten als zetmeel en gedeeltelijk als reduceerende suikers in de schors en het merg der stengels, voornamelijk in die laag der schors, welke de vaatbundels omvat en die zetmeelscheede genoemd wordt; of wel men vindt ze in den vorm van reduceerende suikers in schors en merg der wortels; in het vegetatiepunt der wortels en in het wortelkapje ook als zetmeel. Sachs (1863) trok daaruit de gevolgtrekking, dat men met een circulatie door het parenchym te doen heeft. Maar strikt genomen kan men er niets anders uit afleiden, dan dat de koolhydraten zich kunnen ophoopen in de parenchymscheede, welke de vaatbundels omvat.

Hanstein (1860) trachtte langs experimenteelen weg de quaestie van de beteekenis der zeefvaten voor het transport der koolhydraten op te lossen. Hij merkte een eigenaardig onderscheid op tusschen de wijze, waarop verschillende plantensoorten reageeren op het wegsnijden van een schorsring. Er vormden zich geen wortels ónder den ring bij plantensoorten, die alleen buiten het hout van zeefvaten zijn voorzien, terwijl er op die plaats wel wortelvorming plaats heeft bij plantensoorten, waarbij ook binnen den houtring zeefvaten voorkomen. In dit laatste geval moet de neerdalende sapstroom plaats gehad hebben door de mergstandige zeefstrengen. Wanneer toch die stroom zich verplaatste door de parenchymatische weefsels zou wortelgroei onder den ring ook moeten plaats hebben bij planten, die geen zeefvaten binnen den houtring bezitten.

Sachs geeft dit niet toe; hij is van meening, dat de wortelvorming niet kan plaats hebben, wanneer de toevoer van eiwitten niet voorafgaat aan die koolhydraten. Hij leidt dit af uit de volgende waarneming: De inhoud der vegetatiepunten bestaat voor 't grootste gedeelte uit groeiend protoplasma en eiwit, terwijl koolhydraten nog afwezig zijn. Zoodra de celdeelingen voltrokken zijn, neemt het eiwitgehalte af; er treden intercellulairen op; in de cellen zet zich zetmeel af, dat bij de nu volgende celstrek-

kingen in reduceerende suikers omgezet en voor den celwand als cellulose verbruikt wordt. Is de cel volwassen dan is alle suiker en zetmeel verbruikt; alleen zoolang nog wandverdikking plaats heeft, is er suiker aanwezig. HANSTEIN zou nu, volgens SACHS, niets anders bewezen hebben, dan dat de zeefvaten, door eiwit toe te voeren, moeten medehelpen aan het transport der bouwstoffen voor de wortels, niet dat alle bouwstoffen, dus ook de koolhydraten, door deze vaten worden vervoerd.

Het zou mij te ver voeren om de proeven van SCHIMPER (1885) te beschrijven, die steun schijnen te geven aan de opvatting van SACHS, of die van andere schrijvers, welke het voor HANSTEIN opnemen. Dit is te meer overbodig nu kort geleden van de uitvoerige literatuur over dit vraagpunt een kritisch overzicht is verschenen van de hand van E. W. SCHMIDT (1917). Deze schrijver komt tot de slotsom, dat het wel waarschijnlijk is, dat de koolhydraten door de zeefvaten gaan, zonder dat er evenwel het bewijs voor is geleverd, een conclusie geheel afwijkend van die van E. PERROT (1899) luidende:

„Il semble donc que les hydrates de carbone, dont la présence ne fait aucun doute dans les tubes criblés de la plupart des vegetaux, n'existent pas dans ces organes en quantité suffisante, pour expliquer l'emmagasinage de ces substances dans les tissus voisins, et que leur migration, par un processus different de celui des substances albuminoides, est absolument necessaire".

Men zou om de beslissing in deze moeilijke zaak langs experimenteelen weg te verkrijgen, de zeefstrengen uit de plant willen wegnemen, maar is er wegens de buitengewone fijnheid dezer organen tot op heden niet in geslaagd, dat te doen zonder de parenchymscheeden tegelijkertijd te beschadigen.

Uit physiologisch oogpunt is het dus niet zonder belang een vergelijkende studie te maken van het transport der koolhydraten bij gezonde en bij bladrolzieke aardappelplanten. Juist de zeefvaten en geleidecellen toch zijn onwerkzaam geworden in de zieke planten, terwijl de parenchymatische weefsels geheel intact zijn gebleven. Past men de joodreactie van SACHS (dooden in kokend water, uittrekken met warme alcohol, waarnemen in verdunde jood-joodkalioplossing) toe op de bladeren van gezonde en zieke planten, dan blijken beide vol zetmeel te zitten als de zon er eenige uren lang flink op geschenen heeft. Maar vergelijkt men ze eenige uren na het invallen van de nachtelijke duisternis, of des morgens vroeg, dan blijken de bladeren van gezonde planten al hun zetmeel te hebben verloren; die van de zieke zijn er nog geheel mede gevuld. Het schijnt dus wel, dat de quaestie hiermede ten gunste van het transport der koolhydraten door de zeefvaten is beslist, maar wanneer men verder

nadenkt blijft toch de tegenwerping van SACHS, dat een dergelijk resultaat ook verklaarbaar is, wanneer de zeefvaten niet anders doen dan de voor het begin der groeiprocessen noodige eiwitten aanvoeren, van kracht. Men stelle zich slechts voor, dat de knollen niet kunnen groeien door gebrek aan eiwit, dat dientengevolge geen zetmeel in de knollen wordt afgezet, geen concentratieverschil tot stand komt tusschen de onder elkaar liggende schorscellen, geen diffusie van suiker uit de hooger gelegen cellen naar de lagere kan plaats hebben, — en men begrijpt direct, dat het niet noodig is een beweging der koolhydraten door de zeefvaten aan te nemen ter verklaring van het gevuld blijven der bladeren van zieke planten.

De onjuistheid van deze tegenwerping wordt evenwel door de volgende experimenten aangetoond. Ten eerste kan men van de groeiende plant zonder hare wortels te beschadigen de knollen afnemen, of wel men kan planten bestudeeren, van welke de stolonen door *Hypochnus solani* PRILL. et DELACR (*Rhizoctonia solani* KÜHN) zijn afgesnoerd. Men bemerkt dan, dat het zetmeel aanvankelijk nog wel uit de bladeren wordt afgevoerd, maar dat het opgehoopt blijft in de parenchymatische weefsels van den stengel. Na eenigen tijd vormen zich in de oksels der laagst geplaatste bladeren knolletjes; de knoopen verdikken zich, de houtring ontwikkelt zich abnormaal sterk; de geledingen krijgen ten opzichte van elkaar een zigzag-verloop. VÖCHTING (1887) beschrijft planten, die tengevolge van het wegnemen der knollen deze symptomen te zien gaven, als „stärkekrank". Ten slotte is de zetmeelafvoer uit de bladeren eenigszins belemmerd, maar nooit in zoo sterke mate als door de phloeemnecrose. De belemmering van den groei der knollen heeft dus heel andere verschijnselen tengevolge dan het afsterven der zeefvaten.

In de tweede plaats kan men de joodreactie van SACHS toepassen op afgesneden bladeren van gezonde en bladrolzieke planten. De proef is genomen met bladeren, die des avonds zijn afgesneden en, met de stelen in water gedompeld, in een donkere ruimte bewaard. Het blijkt dan, dat gezonde bladeren, zij het ook iets langzamer dan wanneer zij aan de plant zijn blijven zitten, hun zetmeel verliezen; zieke bladeren behouden ook nu hun zetmeel. De verklaring van het gevuld blijven der laatste kan nu niet meer liggen in het feit, dat de knollen niet groeien; er schijnt geen reden te zijn waarom — wanneer de normale transportbaan der koolhydraten in de zetmeelscheede ligt — daarvan thans niet gebruik gemaakt wordt. Het normale transport der koolhydraten moet dus wel door de zeefvaten plaats hebben.

Toch is — en dit wordt duidelijk, wanneer wij bladrol- en mozaiekziekte vergelijken — het absolute bewijs nog niet geleverd

voor het vervoer van de hoofdmassa der koolhydraten door de zeefvaten. Alvorens evenwel tot deze vergelijking wordt overgegaan moge hier de belemmering van den zetmeelafvoer bij bladrolzieke planten in beeld worden gebracht.

Figuur 43 geeft een schematische voorstelling van een gezonde plant, waarin door arceering een denkbeeld is gegeven van den zetmeelvoorraad, dien men er des morgens vroeg in vindt. De bladeren hebben al hun zetmeel afgegeven aan den stengel; deze op zijn beurt heeft bijna alles afgestaan aan de stolonen, welke het naar de knollen hebben vervoerd; alleen onder in den stengel is nog een kleine hoeveelheid aanwezig. Welk een verschil met fig. 44. die den toestand in beeld brengt van een secundair zieke plant. De lager geplaatste bladeren, welke men aan hun rolling als ziek herkent, kleuren zich nog even donker met jodium als den vorigen avond. Dat deze zieke bladeren al spoedig ook niet meer assimileeren is duidelijk. Dat zij zoo goed als niets aan den stengel hebben afgegeven, blijkt ook daaruit, dat deze bijna geen zetmeel bevat. Alleen in den top van den stengel is eenig zetmeel aanwezig; dit is blijkbaar afkomstig van de hooger geplaatste bladeren, die nog een gezond uiterlijk hebben en bij welke alleen in de stelen de zetmeelafvoer is belemmerd. Door een zwarte lijn is de phloeemnecrose aangeduid. Deze lijn ontbreekt in de hooger geplaatste bladeren; zij is aanwezig in de zieke bladeren, loopt in den stengel af en verbreedt zich naar onder toe, ten teeken, dat de phloeemnecrose onder in den stengel haar maximum bereikt. Dat de zeefvaten in den stengel dood zijn, is blijkbaar de reden, waarom het van de bovenste, nog gezonde bladeren afkomstig zetmeel boven in den stengel blijft opgehoopt.

Een dergelijk onderzoek is verricht bij in de vroegte verzamelde primair zieke planten (fig. 45). Men wordt daarbij getroffen door het feit, dat het hier juist de bovenste bladeren zijn, die phloeemnecrose vertoonen, ofschoon nooit in zoo sterke mate als de secundair zieke planten; vandaar dat de zwarte lijn iets minder dik is geteekend. Deze bovenste bladeren zijn het, die hun zetmeel vasthouden. De necrose is een eindweegs in den stengel te vervolgen, maar verder naar beneden wordt zij steeds zwakker; ten slotte is zij nauwelijks meer waarneembaar; vandaar dat de lijn reeds in 't midden en lager in den stengel uiterst fijn wordt. De lager geplaatste bladeren hebben nog gezonde zeefvaten en voeren hun zetmeel ook af, maar het blijft in de bladstelen nog gedeeltelijk zitten, blijkbaar als gevolg van de omstandigheid, dat de afvoer in den stengel door de zwakke necrose belemmerd is. In de primair zieke planten nu is de stengel buitengewoon rijk aan zetmeel, het gevolg daarvan,

dat het vervoer door de zwak zieke zeefvaten, ofschoon het niet geheel stilstaat, toch veel te gering is om gedurende den nacht een totale ontlasting tot stand te brengen.

Men vraagt zich af of het transport van koolhydraten in de sterk of secundair zieke planten absoluut is verhinderd, dan wel of er nog een geringe hoeveelheid getransporteerd kan worden. Het antwoord hierop vindt men door stekken te snijden van zieke en van gezonde stengels. De eerste maken een uiterst klein wortelstelsel en een klein knolletje, de tweede bewortelen zich rijkelijk, groeien een eind door en sterven dan af na een vele malen grooteren opbrengst te hebben gegeven. Er passeert dus nog wel iets door de stengels met necrotische zeefvaten, maar het is een uiterst klein gedeelte van wat door de gezonde zeefvaten wordt vervoerd.

Door de hier beschreven waarnemingen is een tegenspraak opgelost, die bestond tusschen een mededeeling van Jordi (1913) en wat ik zelf had opgemerkt. Jordi had na het verschijnen van mijn eerste beschrijving der phloeemnecrose het voorkomen van dit anatomisch kenmerk bij bladrolzieke planten bevestigd; maar voegde daaraan toe, dat de stengels en bladstelen van bladrolzieke planten steeds veel meer zetmeel bevatten, dan die van gezonde planten derzelfde soort, welke op hetzelfde veld en en terzelfder tijd zijn verzameld. Zelf had ik bij het vergelijkend onderzoek van zieke en gezonde stengels laat in den zomer dikwijls opgemerkt, dat in de doorsneden der eerste geen zetmeel aanwezig was, terwijl die der laatste er rijk aan waren. Het blijkt nu, dat de rijkdom aan zetmeel zeer verschilend is bij primair en secundair zieke planten. Maar bovendien wanneer men de primair zieke buiten beschouwing laat en gezond met secundair ziek vergelijkt, dan hangt het af van de plaats, waar men snijdt, of rijkdom dan wel armoede aan zetmeel zal worden geconstateerd. Snijdt men door den top dan zijn de gezonde planten arm, de secundair zieke rijk aan zetmeel, snijdt men nabij den voet dan is het juist omgekeerd.

Nog een ander verschijnsel breng ik in verband met de hier vermelde waarnemingen. Bij het verzamelen van vruchten van gezonde en zieke Paul Krüger-planten is het mij in verschillende jaren opgevallen, dat de gezonde planten bijna alle hun vruchten reeds voor de rijping verloren hadden; aan zieke zoowel secundair als primair zieke, blijven er veel meer zitten. In de figuren der 's morgens vroeg onderzochte planten ziet men, dat bij de gezonde de bloemstelen geen zetmeel bevatten; bij de zieke wel.

Het onderzoek der doorsneden op zetmeel heb ik laten vergezeld gaan van een onderzoek op eiwit door middel van de biureetreactie en op reduceerende suikers door middel van

Fehling's proefvocht. Typische verschillen tusschen gezonde en zieke planten zijn bij de eiwit- en suikerreactie echter niet opgetreden; misschien zou men ze bij quantitatieve bepalingen kunnen constateeren.

Hoewel door al het voorafgaande de waarschijnlijkheid zeer groot is geworden, dat de zeefvaten ook dienen voor het vervoer der koolhydraten, is het absoluut bewijs daarvoor toch nog niet geleverd. Het zou n.l. kunnen zijn, dat de amylase, welke het overdag in de mesophylcellen gevormde zetmeel tot suiker moet omzetten, ontbreekt in de zieke planten of omwerkzaam is gemaakt door de aanwezigheid van looistof, oxydeerende enzymen of andere plantenstoffen. Iets dergelijks toch schijnt voor te komen bij de verwante mozaiekziekte van aardappel en tabak. Wanneer men aardappelsoorten als Zeeuwsche Blauwe en Roode Star, bij welke de geelgroene plekken der mozaiekziekte sterk op den voorgrond treden, in den vroegen ochtend verzamelt en ze aan de joodproef van Sachs onderwerpt, dan blijkt het zetmeel in deze plekken nog aanwezig te zijn, terwijl het in gezonde bladeren of in de donkergroene gedeelten der zieke bladeren is verdwenen. Bij andere soorten, waar de kleursverschillen zwakker zijn, kan een verhindering van den zetmeelafvoer niet worden geconstateerd. Dezelfde waarneming heeft Woods (1899) gedaan bij mozaiekzieke tabak, terwijl het achterblijven van zetmeel in de lichtgroene partijen ook bij de mozaiekziekte der bieten is aan te toonen. Woods, die zijn aandacht wijdde aan de tabak, schrijft het verschijnsel toe aan oxydasen, die de amylase onwerkzaam zouden maken. Hunger (1903) kan zich hiermede niet vereenigen en zoekt de oorzaak van de verminderde amylase-werking in het hooge looistofgehalte der geelgroene vlekken. Bunzel in Amerika heeft het oxydasegehalte onderzocht bij bladrolzieke suikerbieten (1913) en bij aardappelplanten lijdende aan „curly dwarf" (1914), hetgeen zooals wij thans weten, niets anders is dan een sterke vorm der mozaiekziekte; hij vond hierin twee tot drie maal zooveel oxydasen als in gezonde planten derzelfde soort. Wat de bladrolziekte betreft, zijn slechts de knollen onderzocht op oxydeerende enzymen. Doby constateerde verhoogde oxydasewerking bij de knollen van zieke planten. Om twee redenen zijn zijn resultaten van geringe waarde. Ten eerste verwarden de Oostenrijksche onderzoekers, die het materiaal, waarvan Doby uitging, hadden verschaft, de bladrolziekte met andere ziekten; ten tweede wisten zij niet, dat een schijnbaar gezonde plant reeds ziek kan zijn. Van der Haar heeft daarom de enzymwerking nog eens aan knollen van door mij gekweekte gezonde en bladrolzieke Paul Krüger's bestudeerd. Hij kwam op grond van vergelijkende quantitatieve

bepalingen der enzymwerkingen op pyrogallol voor oxydasen, op zetmeel voor amylase en op rietsuiker voor invertase tot de conclusie, dat de zieke knollen door een verhoogde enzymwerking zijn gekenmerkt, waarin alle drie deze groepen betrokken zijn. Het verslag van zijn onderzoek volgt hier:

DIE ENZYMWIRKUNG IN GESUNDEN UND IN BLATTROLLKRANKEN KNOLLEN

VON

DR. A. W. VAN DER HAAR.

Die Untersuchung wurde an Kartoffeln von 5 gesunden Paul Krügerpflanzen, unter Ausschaltung einiger der allergrössten Knollen, und an Kartoffeln von 30 secundär blattrollkranken Pflanzen derselben Sorte, von welchen, um den Grössenunterschied nicht zu störend zu machen, nur die grössten herausgewählt wurden, vorgenommen. Es waren Lehmkartoffeln, und am selben Zeitpunkte gewonnen.

Einerseits wurde von beiden bestimmt: *Wasser- und Aschengehalt, in Wasser lösliche, reduzierende Saccharide vor und nach der Hydrolyse, Stärke-, und Roh- und Rein-Eiweissgehalt;* anderseits die *quant. Enzymwirkungen.*

In gut geschabten und gemischten Mengmustern wurden alle Bestimmungen sofort gemacht, und zwar derweise, dass sie alle in einem Tage beëndet wurden, oder jedenfalls so weit gerückt waren, dass sie abgebrochen werden konnten. Es wurden mehrere Mengmuster genommen, und diese mit I, II, III und IV bezeichnet.

Wasser- und *Asche*bestimmung wurden nach der bekannten Methode vorgenommen.

Die Bestimmung der in Wasser löslichen, FEHLING'sche Lösung vor und nach der Hydrolyse reduzierenden *Zucker* (als Glucose und als Saccharose berechnet) geschah durch Titrierung, hauptsächlich nach der FEHLING-LEHMANN-SCHOORL'schen Methode, unter Zuhilfenahme der SCHOORL'schen Tabelle,[1]) wie folgt:

10 g. Masse wurde mit Wasser verrieben und auf 100 ccm. gebracht. Nach 1 Stunde wurde 50 ccm. des Filtrates gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 200 ccm. gebracht, dann 4 × 40 ccm. abfiltriert.

2 × 40 ccm. wurden nach LEHMANN-SCHOORL titriert, und zweimal der blinde Versuch gemacht. Aus der Differenz der Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio wurde die Anzahl mg. Glucose gefunden (also in 1 g. feuchter Substanz). Der Gehalt wurde in Prozenten der bei 105° getrockneten Substanz angeben.

Dann wurde „in duplo" 40 ccm. 12,5 pzt.iger Salzsäure während $^1/_2$ Stunde im Wasserbade hydrolisiert. Nach Abkühlung wurde 2 ccm. 14 pzt.iger Natronlauge zugegeben und wie oben titriert; aus der Differenz mit dem blinden Versuch wurde die Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio der Glucose- und Saccharose-Bestimmung gefunden. Wird die Anzahl ccm. obengenannter Glucosebestimmung in Abzug gebracht, so ist aus der restierenden Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio, die Menge Saccharose aufzufinden. Prozentische Berechnung wieder wie bei Glucose.

Die *Stärke*bestimmung erfolgte nach der Diastasemethode, und Titrierung nach der Hydrolyse der gebildeten Maltose, wie folgt:

5 g. Masse wurden mit 50 ccm. Wasser in ein Kölbchen gespült und gekocht. Nach der Abkühlung auf 50° wurde die Flüssigkeit während 2 Stunden bei 50° mit guter Malzdiastase behandelt. Es wurde wieder gekocht, auf 50° abgekühlt und die Diastasehinzufügung wie oben wiederholt. Das wurde noch einmal wiederholt. Jod-jodkalium

1) N. SCHOORL, Nederl. Tijdschr. v. Pharm. Chem. en Toxicol. II, 209 (1899).

wies die völlige Umsetzung der Stärke nach. Die Flüssigkeit wurde mit Wasser auf 250 ccm. gebracht. 150 ccm. des Filtrates wurden mit 15 ccm. 25 pzt.iger Salzsäure während $^1/_2$ Stunde in Wasserbade erhitzt. Die Flüssigkeit wurde nach der Abkühlung mit Wasser wieder auf 500 ccm. gebracht; 25 ccm. (= 150 mg. feuchte Substanz) des Filtrates wurden, nach Hinzugebung von 4 ccm. 14 pzt.iger Natronlauge, wie oben titriert.

Nach Abzug der Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio, nötig für die in 150 mg. feuchter Substanz ursprünglich anwesenden Glucose und Saccharose, wurde aus der restierenden Anzahl ccm. $^1/_{10}$ N. Thio die Menge Stärke aus der Tabelle aufgefunden.

Der Prozentgehalt wurde auch hier wieder auf bei 105° getrockneter Substanz berechnet.

Bemerkung: Meistens entfernt man vorher durch Auswaschung mit 10 pzt.igem Alcohol die in Wasser löslichen Saccharide. Weil die Filtrierung hier sehr langsam verlief, wurde in Bezug auf die Enzymwirkungen und aus praktischen Gründen diese Auswaschung unterlassen und wie oben angegeben gehandelt. Die kleine Menge Zucker, welche in den 3 × 200 mg. Diastase vorkommt, wurde vernachlässigt, weil bei gesunden und kranken Knollen in derselben Weise verfahren wurde.

Der *Roh-* und *Reineiweiss*gehalt wurde in der gewöhnlichen Weise aus der Kjeldahl-Bestimmung berechnet.

Bestimmung der Enzymwirkungen.

Von quantitativer Bestimmung der Enzyme in chemischem Sinne ist hier natürlich keine Rede; ihre Wirkung wurde an verschiedene Substanzen studiert, und die erhaltenen Endprodukte quantitativ bestimmt.

Auf diese Weise wird ein Maass für die spezifischen Wirkungen gegeben und ist Vergleich zwischen den Enzymen in gesunden und kranken Knollen möglich geworden.

Die Bestimmungen wurden im frischen Safte gemacht, nicht nach Präzipitierung der Enzyme mittels Alcohols, weil in letzterem Falle z. B. die Wirkung der Oxydasen bis auf $^1/_3$ zurückging, wie mir aus quant. Purpurogallinbestimmungen klar wurde. 200 g. Masse wurde ausgepresst und diese Manipulation so oft wiederholt, bis 200 ccm. Flüssigkeit erhalten wurde; sie wurde durch Papier filtriert. Alle Manipulationen wurden möglichst schnell ausgeführt.

a. *Amylase (Diastase).*

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit 7 g. einer 2 pzt.igen Stärkelösung während 4 Stunden bei 45° zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. Flüssigkeit wurden gekocht und in derselben Weise behandelt, also die Enzyme abgetötet.

Nach 4 Stunden wurde 1 gekocht, und nach Abkühlung auf 100 ccm. gebracht. In 40 ccm. (= 6 g. feuchter Substanz) des Filtrates, wurde wie früher, titriert, und die Zucker berechnet, was für Vergleichsversuche ohne Schaden geschehen kann. Ebenso wurde 2 behandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist der Glucosewert der Amylasewirkung.

Maassstab: Der Prozentgehalt an titrierte Glucose, auf die bei 105° getrocknete Kartoffelmasse berechnet.

Wurde z. B. in 6 g. feuchter Substanz, in welcher a g. trocken vorliegt, b mg. Glucose als Differenz von 1 und 2 titriert, so ist die Amylasewirkung $\frac{100}{a} \times b = p$ %.

b. *Invertase.*

1. 15 ccm. (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit einer Lösung aus 500 mg. Saccharose in 5 ccm. Wasser während 4 Stunden bei 30° zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung wie bei 1 behandelt. Dann wurde 1 gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 100 ccm. gebracht. In 40 ccm. Filtrat wurde wie früher titriert und der Zucker als Saccharose berechnet.

Ebenso wurde 2 behandelt. In 1 ist ein Teil der Saccharose in Glucose und Fructose verwandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist ein Maass für die Invertasewirkung.

Maassstab: wie bei Amylase.

c. *Emulsin.*

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 g. feuchte Substanz) wurden mit 500 mg. Amygdalin in 5ccm. Wasser während 4 Stunden bei 30⁰ zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung in derselben Weise behandelt.

Dann wurde 1 gekocht und nach Abkühlung mit Wasser auf 100 ccm. gebracht. 40 ccm. des Filtrats wurden wieder wie oben titriert. Ebenso wurde 2 behandelt. Die Differenz zwischen 1 und 2 ist ein Maass für die Emulsinwirkung.

Maasstab: Wie bei Amylase.

d. *Oxydasen.*

Es wurde die Total-Oxydase, d.h. die direkte Oxydase + Peroxydase + Tyrosinase bestimmt. Die oxydierende Wirkung wurde an Pyrogallol, mit Hilfe neutraler Wasserstoffperoxydlösung studiert, und das abgeschiedene Purpurogallin gewogen.

Ich erfuhr, das vermehrte Hinzufügung von Peroxyd und Pyrogallol eine verminderte Menge Purpurogallin gab:

16 ccm. Flüssigkeit	+ 16 ccm.	1 %	H_2O_2	+ 1 g. Pyrogallol	gab 177 mg.
16 „ „	+ 16 „	1 „	„	+ 2 g. „	„ 157 mg.
16 „ „	+ 25 „	1 „	„	+ 3 g. „	„ 131 mg.

Es wurde nun ein möglichst günstiges Verhältnis gewählt; für ein Vergleich zwischen gesunden und kranken Knollen ist das sonst wenig ausschlaggebend, weil in beiden Fällen in derselben Weise verfahren wird.

1. 15 ccm. Flüssigkeit (= 15 ccm. feuchte Substanz) wurden mit 1 g. Pyrogallol in 5 ccm. Wasser und 15 ccm. 1 % Peroxyd während 24 Stunden bei gewöhnlicher Temperatur zur Einwirkung hingestellt.

2. 15 ccm. wurden gekocht und nach Abkühlung in derselben Weise behandelt.

Bestimmung 2 ergab nur 1 mg. Unlösliches und wurde daher vernachlässigt.

Maassstab: Die Wirkung wurde in Prozenten Purpurogalin, auf trockne Substanz, berechnet. Z.B.: 15 ccm. Flüssigkeit = 3.779 g. trockne Substanz gab 239 mg. Purpurogallin, also war der Wirkungsgrad $\frac{100}{3.779} \times 0.239\ \% = 6.32$.

Bemerkung: Alle Bestimmungen wurden „in duplo" gemacht; der mittlere Wert wurde in nebenstehende Tabelle eingetragen, aus welcher hervorgeht, dass in Knollen blattrollkranker Kartoffelpflanzen eine *erhöhte,* und zwar eine etwa 1.5 mal so hohe *Invertase-, Amylase-,* und *Oxydasenwirkung* aufgefunden wurde, (keine erhöhte Emulsinwirkung), in Vergleich mit gesunden Exemplaren.

Der Unterschied in der Amylasewirkung ist tatsächlich noch etwas grösser wie angegeben wurde. In gesunden Knollen kommt näml. mehr Saccharose vor wie in kranken. Beim Amylaseversuch nun wirkt die anwesende Invertase auf das im Safte von vornherein schon anwesende Disaccharid und bildet daraus reduzierendes Saccharid, welches bei der Amylasebestimmung in 1 mitgerechnet wird; natürlich nicht in 2; dadurch würde 0.35 der Tabelle etwas kleiner werden. Das ist ebenso der Fall mit 0.57 der kranken Knollen; weil hier der Disaccharidgehalt etwa $^1/_{10}$ des Gehaltes in gesunden Knollen beträgt, ist der Unterschied kleiner wie bei 0.35 (in 6 g. feuchter Substanz

des Versuches aus der Tabelle etwa 18 mg. Disaccharid in den gesunden, und etwa 1.8 mg. in den kranken Knollen). Der Unterschied in der Amylasewirkung zwischen gesunden und kranken Knollen wird also noch um ein Geringes grösser sein als die Differenz zwischen 0.35 und 0.57.

	GESUNDE KNOLLEN (Paul Krüger)				BLATTROLLKRANKE KNOLLEN (Paul Krüger)			
Muster	I	II	III	IV	I	II	III	VI
% Wasser	76.9	75.5	76.4	75.3	75.55	76.—	—	77.1
% Asche	3.6	4.05	4.2	4.05	4.3	5.05	—	—
% in Wasser lösl. reduz. Saccharide	5.45	2.67	3.74	—	0.45	0.2	—	—
% in Wasser lösl. Disaccharide	0.62	2.36	1.1	—	0.25	0.13	—	—
% Stärke	72.4	71.6	75.7	—	76.24	80.4	—	—
% Roh-Eiweiss	6.6	7	7.2	—	13.09	11.77	—	—
% Rein-Eiweiss	6.36	—	7.2	—	9.46	9.83	—	—
% andere N.-Verbindungen	0.24	—	0	—	3.63	1.94	—	—
Amylase	—	—	—	0.35	—	—	—	0.57
Invertase	—	—	—	0.26	—	—	—	0.34
Emulsin	—	—	—	0.14	—	—	—	0.14
Oxydasen	—	6.63	—	6.45	—	9.27	—	10.94

Mag men nu uit al deze feiten de conclusie trekken, zooals door Woods gedaan wordt, dat deze verhoogde oxydasewerking in oorzakelijk verband staat tot de reductie van het chlorophyl in de bleeke plekken der mozaiekzieke bladeren en tot de verhindering van den zetmeelafvoer? Ja Woods gaat nog veel verder; hij zegt, dat de ziekte in de tabaksplant ontstaat als gevolg van het toppen. Het wegnemen van bladeren heeft een verminderden toevoer van assimilaten aan de groeiende zijspruiten ten gevolge. Hierdoor zou het oxydeerend enzym in hoeveelheid toenemen en op het chlorophyl gaan inwerken. Dat de ziekte besmettelijk is acht hij met zijn hypothese niet in strijd. In andere planten overgebracht zou het enzym ook deze ziek maken:

„On the other hand, the most remarkable thing is that the introduction of the enzyms in question sets up the same series of pathological changes as is brought about bij the removal of reserve food, namely, the increase of the normal enzyms of the cell, and the decrease of availability of reserve foods".

Wood's opvatting komt hierop neer: door ingrijpen in de plant stoort men het physiologisch evenwicht; de oxydeerende enzymen vermeerderen zich; op gezonde planten overgebracht zijn deze oxydasen (en peroxydasen) in staat daarin ziekte te verwekken. Door sommige auteurs is deze zienswijze overgenomen; Sorauer

heeft in de derde druk van zijn bekend handboek onder den invloed van Woods een groep „enzymatische Krankheiten" opgesteld, vandaar dat ik hier wel op deze quaestie moet ingaan. Woods hypothese herinnert aan het dogma der spontane generatie. Het zal in het volgende hoofdstuk blijken, dat de verklaring der mozaiekziekte als een bacterieel proces veel natuurlijker is. Maar reeds uit physiologisch oogpunt moet men het standpunt van Woods als onjuist beschouwen. Ten eerste blijkt uit Van der Haar's onderzoek, dat het niet juist de oxydeerende, maar ook allerlei andere enzymen zijn, die, althans bij de bladrolziekte, abnormaal werken. In de tweede plaats komen verschijnselen als verminderde zetmeelafvoer of verhoogde enzymwerking bij de meest uiteenloopende aantastingen voor. Tomatenbladeren, die door *Cladosporium fulvum* zijn aangetast, vertoonen bleeke vlekken; aan de onderzijde daarvan treedt de schimmel naar buiten. Wanneer men zulke bladeren des morgens vroeg op zetmeel onderzoekt, dan blijkt deze stof juist daar nog aanwezig te zijn, waar de schimmel is binnengedrongen; eveneens is de zetmeelafvoer belemmerd in erwten- en boonenbladeren, die tengevolge van aantasting door *Tetranychus telarius* bleeke vlekken vertoonen. Woods geeft voorbeelden van verhoogde oxydasewerking in bladvlekken, welke door de steken van Aphiden zijn veroorzaakt. Ja zelfs planten, die armoede lijden, kunnen dientengevolge een verhoogd oxydasegehalte hebben (Brown en Morris 1893). Het aantal gevallen, waarbij verhooging van het oxydasegehalte en belemmering van den zetmeelafvoer hand in hand gaan, zal ongetwijfeld nog veel grooter zijn. Wij hebben hier te doen met plantencellen, die gedood of in hun levensverrichtingen gestoord zijn, zonder dat de fermenten zijn vernietigd; de fermentwerking wordt nu niet meer door de levende of normaal werkende protoplast in de goede banen geleid. „Die nach Abtötung der Zellen eintretende zwecklose Tätigkeit der Fermente beweist, dass letztere nur untergeordnete Lebensfunktionen ausüben" (Palladin 1911). Deze uitspraak van Palladin mag men, zooals uit het voorafgaande blijkt, ook tot de zieke cellen uitbreiden. Wij mogen dus aan de verhoogde oxydasewerking geen al te groote beteekenis toekennen voor de belemmering van den afvoer van zetmeel uit de zieke plekken der mozaiekbladeren. Veel eer ben ik geneigd ook bij deze ziekte de oorzaak van den belemmerden zetmeelafvoer te zoeken in de zeefvaten. Wel is waar heb ik geen phloeemnecrose kunnen waarnemen bij de erdoor aangetaste bladeren, maar wij weten, dat de smetstof zich in de plant langs de banen van den neerdalenden sapstroom verspreidt en van daaruit haar werking op de cellen van het mesophyl uitoefent. Daarom ook heb ik de in zoovele opzichten

met elkaar overeenkomende bladrol- en mozaiekziekte onder het begrip zeefvatenziekten (leptosen) samengevat, een naar mijne meening heel wat scherper begrensde rubriek van ziekten dan de groep „enzymatische Krankheiten". Dat deze samenvatting tot heel wat kritiek aanleiding zal geven daarvan ben ik overtuigd; zelf heb ik in de inleiding dezer verhandeling reeds de bedenkingen genoemd, die men er tegen in zou kunnen brengen; ik meen echter dat het begrip zeefvatenziekten, dat voor mij werkhypothese is geweest, dit voor anderen ook kan zijn en dat men het niet bij bedenkingen zal moeten laten maar onderzoekingen zal moeten instellen. Wanneer dan blijkt dat inplaats van mijne wijze van voorstellen een betere kan worden gegeven, zal ik de eerste zijn om te erkennen, dat het begrip zeefvatenziekten nog slechts historische waarde heeft. Welke ziekten naar mijne meening meer tot deze groep gebracht moeten worden, daarover handelt het volgende hoofdstuk.

Nog op een zaak wil ik hier de aandacht vestigen. Men maakt zich meestal de voorstelling, dat er een zeer groot verschil is tusschen de ziekten der hoogere dieren en die der hoogere planten, verband houdende met de belangrijke anatomische en physiologische verschillen tusschen deze beide groepen van levende wezens. Bij de eerste groep is in de reactie op pathologische prikkels, zelfs wanneer die zeer locaal werken, in den regel het geheele lichaam betrokken. Zoo volgt b.v. op een plaatselijke infectie ontsteking, waarbij de lymphevaten hun inhoud van groote afstanden aanvoeren, of wel temperatuursverhooging, spiercontractie, zenuwaandoening, pijn, enz. Bij de plant niets van dit alles. Hare sappen zijn besloten in den protoplast, deze op zijn beurt in den vasten celwand. Alle cellen zijn aan elkaar verbonden; er is geen uitstorting van cellen, zooals dit bij de dieren met leucocyten geschiedt.

„Si nous ajoutons" zegt P. Vuillemin (1895) in een artikel van gelijke strekking in „Traité de pathologie générale", „Si nous ajoutons que la plante n'a pas de système nerveux, capable de rendre l'organisme entier solidaire d'une altération locale, qu'elle possède, au contraire, des parties suffisamment indépendantes pour continuer à prendre un développement normal, quand d'autres parties sont atrophiées, déformées ou même totalement détruites, nous pourrons conclure que la généralisation d'une maladie locale n'est pas a craindre, chez des êtres ou la centralisation des fonctions est toujours imparfaite".

Hetgeen bekend is geworden omtrent de zeefvatenziekten doet nieuwe punten van overeenkomst ontdekken met de veterinaire pathologie. Niet alleen verspreiden zich deze ziekten door de geheele plant, zij gaan ook via de knollen op het nageslacht over. Maar ook voor de geneeskunde van den mensch zijn de

hier behandelde verschijnselen niet zonder beteekenis. Zij doen ons zien, dat de aardappelziekten, welke men een tijdlang als erfelijke afwijkingen beschouwd heeft, slechts in schijn erfelijk, in werkelijkheid besmettelijk zijn. Hoeveel zwaktetoestanden zijn er niet bij den mensch en de hoogere dieren, bij welke het zooveel moeilijker is uit te maken of zij besmettelijk en pseudohereditair, dan wel erfelijk zijn. Men moet er in 't algemeen zeer voorzichtig mede zijn zulke verschijnselen als erfelijk te beschouwen.

Ook het gepaard gaan der zeefvatenziekten met verhoogde oxydasewerking doet een overeenkomst met de dierlijke pathologie ontdekken. Leclerc du Sablon (1912) vergelijkt de vermeerdering der ademhalingsenergie bij verwonde plantendeelen met het optreden van koorts bij den mensch; ook Bunzel maakt deze vergelijking naar aanleiding van zijn onderzoek over de verhooging van het oxydasegehalte bij de welvingsziekte van aardappelen.

VI. De besmettelijke bontheid der Malvaceeën. De phloeemnecrose van de koffie. Analoge ziekten van suikerriet, voederbiet, moerbeiboom, perzik. Is de oorzaak een virus of een organisme?

Behalve de bladrolziekte en de mozaiekziekte van de aardappelplant zijn er in den tuinbouw en de phytopathologie nog een aantal andere verschijnselen bekend geworden, waarvan de oorzaak moet gelegen zijn in een smetstof, die van uit de zeefvaten haar werking ontplooit.

Lindemuth's bekende onderzoekingen (1878 en 1907) hebben ons bij de Malvaceeën twee soorten bontbladerigheid leeren kennen. Er zijn „albomarginate" variëteiten, waarvan dus het bont evenals van sommige aardappelvariëteiten gelijkt op dat van de bonte *Acer Negundo* en de door Baur beschreven periclinaal-chimaeren van *Pelargonium zonale*. Deze bontheid is niet besmettelijk. Maar er is ook een besmettelijke bontheid (infektiöse Panaschüre), waarbij een mozaiekachtige afwisseling optreedt tusschen gele en groene gedeelten van het blad. Daar hier de gele vlekken niet zoo sterk in groei bij de groene terugblijven, dat het blad zich welft, hebben de aangetaste planten geen ziekelijk uiterlijk, integendeel men kweekt ze om hun fraaie kleurschakeering. Zoover bekend is kan men een groene plant van een der vatbare soorten b.v. *Abutilon striatum* of *A. Thompsoni* alleen bont maken door er een spruit van een bont exemplaar op te enten. De nieuw uitloopende bladeren van den onderstam worden nu bont. Het pathologisch karakter van dit verschijnsel komt aan 't licht, wanneer men bonte loten ent op exemplaren

van andere Abutilonsoorten. Sommige soorten, b.v. *Abutilon indicum, A. Avicennae* en *Lavatera arborea* worden door LINDEMUTH „überempfänglich" genoemd, omdat zij, wanneer er een bonte spruit van de soort *Thompsoni* op geënt wordt, zoo sterk worden aangetast, dat de nieuwe bladeren in 't geheel niet groen worden en jong afvallen, zelfs kan de geheele onderstam tengevolge daarvan doodgaan. Er zijn er ook (de Abutilonvariëteit Erfurter Glocke en *Althaea rosea*), die een tusschenstadium vertoonen; de bleeke vlekken zijn hier in hun groei belemmerd, terwijl de groene partijen eenigszins bol gaan staan, zoodat een groote overeenkomst met de mozaiekzieke aardappelplanten voor den dag gaat treden. Tot de vatbare Malvaceeënsoorten behooren ook enkele vaste planten, o. a. *Sida Napeae;* van een met bonte Abutilon geënte plant liep de wortelstok het volgend voorjaar met verschillende spruiten uit, waarvan er sommige bont, andere geheel groen waren, „ein Zeichen, dass nicht alle Wurzelteile von der Panaschüre gleichmässig durchdrungen sind. Die Reproduktion der infectiösen Panaschüre durch die Wurzel an Staudengewächse ist eine ganz neue Erscheinung". Voor ons, die het aardappelmozaiek bestudeerd hebben, is zoowel het overgaan met de knollen als de ongelijkmatige verspreiding van de ziekteoorzaak op een zwak besmette plant een zeer gewoon verschijnsel. Nog in twee opzichten bestaat groote overeenkomst tusschen het besmettelijk bont der Malvaceeën en de aardappelziekten, n.l. dat de smetstof zich volgens ringproeven van BAUR door de schors beweegt en dat de ziekte niet met het zaad wordt overgebracht.

In 1917 publiceerde GEROLD STAHEL een korte mededeeling over de phloeemnecrose van de koffie, een wortelziekte, die reeds sedert 20 jaren de ernstigste van de Surinaamsche koffieziekten is. In de schors van wortel en stambasis zijn de zeefvaten afgestorven, dikwijls tot een hoogte van acht voet. De haarwortels sterven dientengevolge, daarna de dikkere wortels. Nòch plantaardige, nòch dierlijke parasieten konden als oorzaak worden vastgesteld.

Op de analogiën van de sereh-ziekte en de gele strepenziekte van het suikerriet met de bladrol- en de mozaiekziekte van de aardappelplant vestigde ik reeds in 1916 de aandacht; in het laatste hoofdstuk kom ik hier nog even op terug.

Tot de analoge verschijnselen behoort verder de mozaiekziekte der voederbieten, zich kenmerkende door tal van fijne bleekgroene vlekjes, die in den loop van den zomer in het hart van de bladrozet der uit zaad gewonnen planten ontstaan en tot een sterke reductie van den groei van den wortel aanleiding geven. Hierover zijn door LIND in Denemarken belangrijke waarnemingen

gedaan (1915). Hij had op de proefvelden te Lyngby een rij planten voor zaadwinning (dus overjarige planten), die mozaiekziek bleken te zijn. Hierop volgden 19 perceeltjes met jonge uit zaad gewonnen bieten. Des te dichter bij de zaadbieten deze gelegen waren, des te meer ziekte begon er in den loop van den zomer op te treden. De besmetting had plaats tot op een afstand van 300 M. Overgang van de ziekte met het zaad of van grond, waarop het vorig jaar zieke planten hadden gestaan, kon door hem niet worden geconstateerd. Hij vermoedt, dat de ziekte door Aphiden of wantsen wordt overgebracht. Deze ziekte komt in Holland ook voor.

Uit Japan ontving ik dit jaar een kort bericht van Miyake, alleen vermeldende, dat het onderzoek over de phloeemnecrose nieuw licht had geworpen op de studie van een verwante moerbeiziekte, de zoogenaamde „mulberry dwarf trouble". In Japan is deze ziekte bekend sedert men meer algemeen de boomen in den voorzomer tijdens de bladontwikkeling is gaan snoeien. Het doel is daarbij krachtig groeiende nieuwe scheuten met malsche bladeren te verkrijgen. Maar veelal treedt een verschrompeling dezer bladeren in, die van de bovenste naar de onderste toe voortgaat. Volgens Suzuki zijn de zieke twijgen gekenmerkt door een sterke reductie van de zeefbundels; de zetmeelafvoer uit de bladeren is belemmerd en oxydasen en peroxydasen toonen een verhoogde activiteit. Tengevolge van den belemmerden zetmeelafvoer rijpt het hout weinig uit en is de wortelgroei onvoldoende. Bij herhaling van den zomersnoei gaan de boomen kwijnen of zij sterven af. Suzuki (1902) komt tot de voorstelling, dat de ziekte een gevolg van den zomersnoei en dus niet besmettelijk is. Dat zij soms ook wordt gevonden bij niet gesnoeide boomen en dat Woods de mozaiekziekte van de tabak ook heeft verklaard als een direct gevolg van het snoeien of toppen, zijn feiten, die door het korte bericht van Miyake meer beteekenis krijgen.

Bij de in Amerika zoo gevreesde perzikziekten „yellows" en „rosette" is het infectieus karakter vastgesteld (Smith 1891). De eerste teekenen der ziekte verraden zich door te vroeg rijpe, roodgevlekte vruchten, een verschijnsel, dat doet denken aan de bontheid der bloemen van mozaiekzieke tabak of der vruchten van zieke tomaat. Vervolgens merkt men de voortijdige ontwikkeling van winterknoppen tot scheuten op, met teere geel of roodachtig aangeloopen bladeren, waarvan de randen zijn opgekruld. Bovendien loopen nog adventiefknoppen uit op den stam of de dikkere takken. Zoo ontstaan er, meestal eerst op sommige takken, geheele bossen teere twijgjes. Langzamerhand worden meer takken aangetast. Dit teere hout is slecht tegen den winter bestand. De boom verzwakt en sterft na enkele jaren af. De

„rosette" verspreidt zich veel spoediger over den geheelen boom, die in één of twee jaren te gronde gaat. Bij deze ziekte loopt niet, zooals bij gezonde boomen, slechts een deel van de winterknoppen uit, maar alle ontwikkelen zij zich, terwijl bovendien op stam en takken een aantal slapende knoppen uitbotten. De scheuten blijven echter uiterst kort en hebben stijve blaadjes met naar boven gerolde randen, die vroeg in het seizoen geel worden en afvallen, nadat er tal van roode plekjes op ontstaan. De okselknoppen kunnen nog hetzelfde seizoen uitloopen tot scheutjes, die zich wederom vertakken. De bloemen ontwikkelen zich laat, de vergommende vruchten vallen vroegtijdig af. Bij beide ziekten ontwikkelen de fijne worteltakken zich gebrekkig en sterven te vroeg af. Men krijgt uit de beschrijving van Smith den indruk, dat de beide ziekten zeer verwant zijn; de tweede heeft echter een veel sneller beloop; terwijl de eerste optreedt in de Noordoostelijke staten van de Unie, is de tweede tot een kleiner gebied in de Zuidoostelijke staten beperkt. Dat beide ziekten besmettelijk zijn, heeft Smith door enting der knoppen van zieke boomen op gezonde aangetoond. Hoe de natuurlijke besmetting plaats heeft weet men niet, maar het zijn niet altijd de naast zieke boomen staande individuën, die het eerst besmet worden; er heerscht dus een zekere grilligheid in de verspreiding.

Voorzoover dat bij zulke uiteenloopende plantensoorten mogelijk is, bestaat er een groote mate van overeenkomst tusschen deze perzikziekten en de bladrolziekte. Het zou zeker de moeite loonen om na te gaan of bij de perzik een belemmering van den afvoer der assimilaten uit de ziek wordende takken de aanleiding is tot het voortijdig uitloopen der okselknoppen en de atrophie der wortels en of de besmetting zich door de zeefvaten verspreidt. Dat de boomen ten slotte afsterven, terwijl de zieke aardappelplanten nog een oneindig aantal van zieke generaties kunnen voortbrengen, behoeft de analogie niet te verstoren. In den winter toch, als de aardappel op een vorstvrije plaats is opgeborgen, is de perzikboom met zijn onrijp hout aan de koude blootgesteld, terwijl, zooals Smith aangeeft, de zieke takken bovendien zeer onderhevig zijn aan de aanvallen van *Scolytus rugulosus*.

Men moet uit de hier gemaakte vergelijkingen niet meer afleiden, dan wat ik ermede bedoel, n.l. het opstellen der volgende werkhypothese:

1ste. De hier behandelde ziekten kunnen tot één groep gebracht worden, welke zich kenmerkt door belemmerden afvoer der assimilaten.

2de. De oorzaak moet gezocht worden in een contagium,

dat van uit de zeefvaten zijn schadelijke werking ontplooit.

Nog enkele woorden over de hypothese dat microben de oorzaak zijn. BEIJERINCK is door zijn onderzoek over het tabaksmozaiek tot de conclusie gekomen, dat de smetstof niet corpusculair, maar opgelost is. Hij spreekt van een contagium fluidum, niet alleen omdat de smetstof door onverglaasd porcelein kan worden gefiltreerd, maar bovendien op grond daarvan, dat zij door agar diffundeert.

WOODS spreekt ook van een opgeloste smetstof en rekent haar te behooren tot de enzymen, zooals wij in het vorig hoofdstuk zagen. ROUX, die met NOCARD uit het longvocht van aan peripneumonie lijdend vee, dat ook door porcelein kan worden gefiltreerd zonder zijn virulentie te verliezen, ten slotte een uiterst kleine, alleen in den vorm van koloniën zichtbare microbe heeft kunnen kweeken, acht het bestaan van een geörganiseerde oorzaak, een „contagium animatum", waarschijnlijker. Er is over deze zaak veel gediscussieerd; over de argumenten, die door de vroegere schrijvers voor de eene of voor de andere hypothese worden aangevoerd, raadplege men EYKMAN (1905).

Slechts een paar waarnemingen van de laatste jaren, waaruit de onjuistheid van WOODS opvatting blijkt, wil ik hier aanvoeren:

1ste strijdt zij tegen hetgeen ik in het vorig hoofdstuk over het secundair karakter der oxydasewerking in zieke planten mededeelde;

2de heeft ALLARD aangetoond, dat het contagium van de peroxydase is te scheiden. De peroxydase gaat door filters met zeer fijne poriën („LIVINGSTONE atmometer porous cup" en talkfilters), het contagium niet. De peroxydase wordt door alcohol van 75 tot 80 pct. en door verdunde formalineoplossing niet, het contagium wel vernietigd; waterstofperoxyd vernietigt in bepaalde concentratie juist de peroxydase, maar het contagium niet. Door in het plantensap een neerslag van alumiumhydroxyde teweeg te brengen wordt het contagium wel, de peroxydasee niet verwijderd. Het contagium is minder bestand tegen verhitten van het sap tot 80 à 90° C. maar beter bestand tegen uitdroging dan de peroxydase.

Bovendien mogen een paar eigen waarnemingen worden vermeld, die mij er toe brengen tot de opvatting van ROUX over te hellen:

1ste verspreidt de besmetting zich bij de zeefvatenziekten niet gelijkmatig door de geheele plant; infectie van een deel der knollen of enkele wortelstokuitloopers van *Sida Napeae* laat zich eerder verwachten van een microbe dan van een vloeistof.

2de wordt de besmetting, zooals in 't volgend hoofdstuk zal blijken, niet of bij uitzondering door het zaad overgebracht. Wij weten, dat het embryo los ligt binnen het endosperm,

of, waar geen endosperm aanwezig is, binnen de zaadhuid. Er bestaan geen vaatbundel- dus ook geen zeefvaatverbindingen tusschen het embryo en het endosperm evenmin tusschen het endosperm of de zaadhuid. Het embryo voedt zich dus uit de moederplant langs osmotischen weg. M. a. w. er kunnen alleen vloeistoffen uit de moederplant in het embryo overgaan, geen microben.

VII. Gaan de zeefvatenziekten met de zaden over? Het vraagstuk der vatbaarheid voor zeefvatenziekten.

De uitspraak van het vorig hoofdstuk, dat de zeefvaten zeer waarschijnlijk niet met het zaad overgaan, berust op de volgende proeven. In 1916 werden talrijke zaden uitgezaaid van door den Heer Veerkamp te Nieuw Compagnie in 1914 verrichte kruisingen. Het zaad was dus overjarig. Het zaaien, verspeenen en overplanten had in gesteriliseerden grond plaats; daarna kwamen de planten op een proefveld, waar niet eerder aardappelplanten waren gegroeid.

BLADROLZIEKTE 1916 AFKOMSTIG IN 1914 VAN:	OPGEKOMEN, UITGEPOOT EN ONTWIKKELD VAN 100 ZADEN	ZIEK	GEZOND
No. 1. moeder Paul Krüger gezond vader zaailing 13 gezond	82	0	82
No. 2. moeder zaailing 41 gezond vader zaailing 13 gezond	66	0	66
No. 3. moeder zaailing 43 gezond vader zaailing 57 ziek	60	0	60
No. 4. moeder Paul Krüger gezond vader zaailing van 1912 ziek	57	0	57
No. 5. moeder Paul Krüger ziek vader zaailing 13 gezond	42	7	35
No. 6. moeder zaailing 22 ziek vader zaailing 13 gezond	65	1	64
No. 7. moeder Paul Krüger ziek vader zaailing van 1912 ziek	43	3	40
No. 8. moeder zaailing 28 ziek vader zaailing 38 ziek	41	2	39

Er blijkt uit deze proeven, dat steeds een zeer groot aantal der uit zaden van zieke herkomst gewonnen planten gezond is. Enkele bladrolzieke individuen komen er echter bij voor.

De proeven over mozaiekziekte waren van veel kleiner omvang, doch hebben een dergelijk resultaat.

MOZAIEKZIEKTE 1917	AANTAL PLANTEN	ZIEK	GEZOND
No. 1. moeder Paul Krüger gezond 1916	4	0	4
No. 2. moeder Paul Krüger ziek 1916	3	0	3
MOZAIEKZIEKTE 1918			
No. 1. moeder Eigenheimer gezond 1917	5	0	5
No. 2. moeder Eigenheimer ziek 1917	7	2	5

Men krijgt den indruk, dat deze beide ziekten niet regelmatig met de zaden overgaan, althans veel minder regelmatig dan met de knollen, die de besmetting van sterk aangetaste planten steeds op het volledige nageslacht overbrengen; slechts van zwak primair aangetaste planten worden de nakomelingen voor een gedeelte ziek.

Er kan op deze proeven worden aangemerkt, dat het hierdoor nog absoluut niet bewezen is, dát de ziekte niet met het zaad overgaat. In werkelijkheid is alleen bewezen, dat de zaailing in het eerste jaar niet of bij uitzondering ziek wordt. Men kan zich voorstellen, dat de besmetting uit de zaadhuid veel minder sterk is dan uit de knol en dat zij dus in de zaailing latent blijft en eerst in haar uit knollen gewonnen nageslacht zichtbaar wordt. Het is daarom noodig na te gaan hoe het in dit opzicht met de tabak en de tomaat gesteld is.

Alle onderzoekers zijn het er over eens, dat de mozaiekziekte van de tabak niet door het zaad wordt overgebracht. Het zaad van zieke planten mag soms wat zwakker ontwikkeld en minder kiemkrachtig zijn dan dat van gezonde, wanneer het kiemt brengt het gezonde planten voort, die ook gezond blijven, wanneer zij althans niet op andere wijze worden geïnfecteerd. Alleen wanneer de ziekte bij de tabak zoo lang latent zou blijven, dat zij vóór het afsterven der plant niet tot uiting kwam, zou men mogen aannemen, dat overgang met het zaad wel plaats had. Maar er bestaat geen enkele reden voor deze veronderstelling daar toch de tabaksplant zich door de smetstof haren soortgenooten gemakkelijk laat besmetten. Bij inwrijven van de bladeren of bij inspuiten van stengels en bladstelen met het sap gaat de ziekte over en steeds komt zij na enkele weken duidelijk te voorschijn. Men kan er dus zeker van zijn, dat de uit zaad van zieke planten gewonnen gezonde individuen werkelijk gezond zijn.

Daar de tabaksziekte identiek is met die van de tomaat en er geen punten van verschil zijn in den bouw van het zaad ten opzichte van de quaestie waar het hier om gaat, zou men ver-

wachten, dat ook bij laatstgenoemde Solanee geen overgang met het zaad plaats heeft. Door Westerdijk wordt evenwel medegedeeld, dat bij de tomatenziekte, die zij voor niet identiek met de tabaksziekte houdt, wel overgang met het zaad plaats heeft. Het heeft mij getroffen in hare beschrijving der uit zaad van zieke herkomst opgekweekte cultuur, dat de ziekte daarin pas laat te voorschijn kwam, n.l. in de laatste helft van de tweede en de eerste helft van de derde maand. Men krijgt hier den indruk van een vrij lange incubatietijd, echter niet zoo lang, dat de ziekte tot 't eind van den groei latent blijft. Om de proef ook nog eens te nemen, heb ik in het voorjaar van 1918 van gezonde en zieke tomaten zaden uitgezaaid in gesteriliseerden grond; van elke partij kweekte ik 60 kiemplanten op; het verspenen en overplanten had in gesteriliseerden grond plaats, ten slotte werden zij uitgeplant in grond, waarin niet eerder tomaten gegroeid waren. De 60 planten van gezonde herkomst bleven alle gezond; bij die van zieke herkomst werden er twee ziek, toen zij ongeveer tien bladeren hadden gevormd, en nog vier na het uitpoten in den vollen grond; de andere bleven gezond. Hieruit ben ik geneigd de conclusie te trekken, dat, evenals bij de aardappelplant, overgang bij geslachtelijke voortplanting niet of slechts in geringe mate plaats heeft, tenzij restjes van de moederplant met het zaad in den grond terechtkomen. Inderdaad is de kans, dat er resten van het vruchtvleesch aan het zaad blijven hangen bij de tomaat en de aardappelplant veel grooter dan bij de tabak, waar het nageslacht van zieke planten geen zieke exemplaren bevat. Want het slijmige vleesch der sappige vruchten van tomaat en aardappel is zeer moeilijk van het zaad te verwijderen. Bij de tabak daarentegen laten de zaden reeds tijdens het rijpingsproces los van de uitdrogende en verschrompelende zaadlijsten. Allard (1915) nu heeft aangetoond, dat het contagium door alle deelen der tabaksplant is verspreid van de wortels tot de bloem en de vrucht, dat het doordringt tot in de zaadlijsten en dat toch de plant, die zich uit het embryo ontwikkelt, gezond is. Hij vraagt zich af wat wel de reden mag zijn, dat het embryo zoo goed tegen infectie beschermd is. Die bescherming kan echter op ongedwongen wijze verklaard worden door aan te nemen, dat de veroorzaker een organisme is, zoo klein, dat het door de zeefvaten wordt doorgelaten; daar nu het embryo, geheel door een eigen epidermis omgeven, ligt in het endosperm, en dit wederom los is van de zaadhuid, bestaat er een dubbele onderbreking der zeefvaatverbindingen. Het endosperm ontvangt zijn reservevoedsel langs osmotischen weg. Het embryo wordt op dezelfde wijze bij de kieming door het endosperm gevoed. Hierbij kan het contagium dat, hoe klein ook, toch volgens

ALLARD's proeven veel grooter is dan de moleculen van opgeloste enzymen, niet overgaan. Er bestaat dan nog altijd de kans, dat met de integumenten van het zaad iets van het contagium overgaat. Maar de droge dunne zaadhuid bevat uit den aard der zaak daarvan veel minder dan het vleezige, sappige vruchtvleesch, dat bij tomaat en aardappel aan het zaad blijft hangen.

Na al het voorafgaande is het wel zeker geworden, dat overgang van het contagium bij de geslachtelijke voortplanting geen regel is.

Welke soorten zeer vatbaar zijn, kan voor de bladrolziekte gemakkelijker worden aangegeven dan voor de mozaiekziekte. De bladrolziekte komt bij een geringer aantal soorten in hevige mate voor, maar is meer opvallend, doordat zij de planten onder zeer typische verschijnselen sterk in den groei belemmert; zij bereikt, althans bij de meest vatbare soorten, reeds in de tweede generatie van zieke planten haar maximumstadium, waarbij de opbrengst tot een kleine fractie der normale wordt gereduceerd. De mozaiekziekte tast ongeveer alle soorten aan; zij gaat echter langzamer tot het sterke stadium over. Tengevolge van het toepassen eener massaselectie, zooals die plaats vindt in streken waar de veldkeuring langen tijd met zorg is toegepast, wordt het optreden van den welvingsvorm der ziekte vrij zeldzaam. Dit is bij de Eigenheimer in Friesland het geval; in Zuid-Holland ziet men den sterken vorm der ziekte meer optreden naarmate het langer geleden is, dat men Friesch pootgoed van deze soort importeerde. Eenzelfde soort maakt dus in de eene streek den indruk van zeer vatbaar te zijn; in de andere in mindere mate al naar de zorg, die men er aan besteedt.

Er zijn nog andere redenen waarom het moeilijk is een juiste voorstelling te krijgen over de vatbaarheid van bepaalde soorten. Zoo heeft men in Friesland bij de massaselectie veel zorg besteed aan de Eigenheimer. Aan de Roode Star is nog betrekkelijk weinig gedaan, aan De Wet is nog minder aandacht geschonken. Bij gelijke vatbaarheid, geven deze drie soorten een zeer verschillend beeld. Bovendien zal voor soorten, die nooit werden geselecteerd het aantal jaren, dat zij in cultuur zijn, invloed hebben in dien zin, dat de soorten, die het langst in cultuur zijn, het grootste percentage zieke planten vertoonen en den indruk geven van groote vatbaarheid.

Een andere moeilijkheid doet zich voor bij Roode Star en Ceres. Bij deze soorten vindt men geen planten, die geheel vrij zijn van een uiterst zwakke mozaiekachtige schakeering in het blad. Toch behooren deze soorten tot de meest productieve, die men kent; daarom is in 1918 nagegaan of dit verschijnsel inderdaad mozaiekziekte is door knollen van zulke planten op gezonde knollen van Zeeuwsche Blauwe op de in hoofdstuk III, 6 beschreven

wijze te transplanteeren. Het bleek daarbij, dat van planten der soort Ceres, die de geringe schakeering in het loof vertoonden, wel, van dergelijke planten der soort Roode Star geen overgang daarvan op de Z. Blauwe plaats had. Deze proeven zullen echter nog eens worden herhaald.

Gedurende Dorst's werkzaamheid in Friesland heeft hij ruimschoots de gelegenheid gehad op de vatbaarheid voor bladrol- en mozaiekziekte te letten. Bij gebruikmaking van cijfers van 0 tot 10 kwam hij daarbij tot de volgende schatting:

	BLADROL-ZIEKTE.	MOZAIEK-ZIEKTE.
Eigenheimer	0	6
Roode Star	1	10 ?
Paul Krüger	9	5
Thorbecke	6	7
Zeeuwsche Blauwe	1	7
Bravo	7	3
Ceres	0	10 ?
De Wet	0	6
Eersteling	0	4
Nieuwe Muizen	0	8

Men zou gaarne willen weten, waarin deze vatbaarheid bestaat. Zijn inderdaad soorten als Paul Krüger en Bravo, waarin de bladrolziekte zeer algemeen voorkomt, vatbaar en andere als Zeeuwsche Blauwe, Roode Star en Eigenheimer, waarin zij in de practijk afwezig is, immuun? Om dit na te gaan heb ik de laatste jaren halve knollen der laatste drie soorten met halve knollen van bladrolzieke Paul Krüger doen vergroeien. Slechts zelden gaat de ziekte over, in meer gevallen nog op de Zeeuwsche Blauwe en Roode Star dan op de Eigenheimer. Maar als zij overgaat, wordt de aldus besmette soort zeer duidelijk ziek, precies op denzelfden tijd, waarin zich ook bij de uit zieke knollen opgroeiende planten de ziekte vertoont; door anatomisch onderzoek op phloeemnecrose is bevestigd, dat deze drie soorten inderdaad de echte bladrolziekte hadden. Bij herhaald zoeken in de praktijk heb ik ten slotte ook van alle drie deze soorten bladrolzieke planten gevonden, van de Z. Blauwe in 1916 te Stavenisse, van de Roode Star in 1917 te Wageningen, van de Eigenheimer eindelijk ook en wel in 1918 te Biggekerke. Dorst heeft, zooals uit zijn tabelletje blijkt, in Friesland van de beide eerste soorten sporadisch, van de derde geen zieke planten gevonden. Waar in Friesland overwegend Eigenheimers worden verbouwd, kan worden aangenomen, dat de bladrolziekte in deze soort zeer zelden voorkomt. Van onvatbaarheid kan men dus niet

spreken, slechts van een meerdere of mindere resistentie. En daar op het veld het contagium nooit, zooals bij de transplantatie, direct in de zeefvaten terecht komt, maar alleen door de wortels en dus via de houtvaten wordt opgenomen, zal men de oorzaak dezer resistentie moeten zoeken in de wortels en de banen van den opwaartschen sapstroom. Om dus langs experimenteelen weg een denkbeeld te krijgen van de resistentie van bepaalde rassen, zal het beter zijn ze tusschen bladrol- of mozaiekzieke planten te poten, dan ze er op te transplanteeren.

Onder de vroege aardappelsoorten zijn er nogal eenige, die door mozaiekziekte sterk worden aangetast, zoo b.v. de aan den Langendijk gekweekte „Bloemgraafjes", de „Zwijndrechtsche Paarspitten" en de in Friesland verbouwde „Nieuwe Muizen". Bladrolziekte komt nog al sterk voor bij de „Schoolmeesters" in het Westland. Ook voor de vroegere soorten geldt wat voor de late werd opgemerkt, n.l. dat de mozaiekziekte meer algemeen is, maar minder snel tot het maximale stadium overgaat.

LANDBOUWKUNDIG GEDEELTE.

VIII. Beteekenis der beide krulziekten in vroeger jaren en tegenwoordig (door J. C. DORST). De grootere vatbaarheid van krulzieke planten voor Phytophthora infestans (door M. D. DIJT). „Ontaarding". De mogelijkheid van aanpassing van parasiet aan plant. De potergrootte. De algemeene verspreiding der beide ziekten en de onmogelijkheid om ze te weren door maatregelen op den invoer uit te vaardigen.

In de vele jaren, gedurende welke ik mij met deze studiën bezighoud, heb ik geen andere krulziekten van de aardappelplant leeren kennen dan de bladrolziekte en de mozaiek- of welvingsziekte.

Onder den invloed van ongunstige bodemgesteldheid of bij aantasting door Rhizoctonia of Verticillium kan ook wel eenige toevouwing of verwelking der blaadjes optreden (QUANJER 1916, hoofdstuk III), maar deze is van tijdelijken aard en wordt niet constant met de knollen overgebracht. Een chronische rolling of kroesheid der bladeren, die zich herhaalt in een reeks van opeenvolgende jaren, komt slechts voor bij de door bladrol of mozaiek aangetaste planten. Wanneer men oude landbouwers een dezer beide vormen van krulziekte laat zien, herkennen zij die als dezelfde, die ook in hun jeugd als krulziekte bekend stond en leggen zij verband tusschen deze verschijnselen en het ontaarden van oude soorten. En wanneer men thans hier of daar van oude, bijna overal afgeschafte soorten, zooals de Friesche Jammen,

nog planten aantreft, lijden die in hevige mate aan een der beide of aan beide ziekten. Er is dus geen reden om aan te nemen, dat er bij de krulziekte-epidemieën en de ontaardingsverschijnselen van vroeger jaren, einde der achttiende en eerste helft der negentiende eeuw, andere ziekten in 't spel waren dan bladrol en mozaiek.

Eenige mededeelingen over die vroegere epidemieën zijn door Dorst in oude verslagen (1827—1855) over den toestand der provincie Friesland ter Griffie te Leeuwarden opgespoord.

Over 1836 wordt het volgende gemeld:

„De aardappelteelt was met weinig uitzonderingen ongunstig. Som„mige beste zandgronden echter leverden een goed gewas op; de „prijzen waren tamelijk goed, maar konden tegen het gering product „niet opwegen om aan de landbouwers een billijke winst te ver„zekeren.

„Omtrent de aardappelcultuur wordt in 't algemeen aangemerkt, „dat in dezelve meer en meer verval en verbastering plaats heeft „en dat de vrees van dat kwaad te zien toenemen gegrond schijnt, „indien men zich niet met meer zorg onthoudt van de aardappel op „allerlei soort van gronden, veen en moeras niet uitgezonderd, te „verbouwen, terwijl zoo ten aanzien der keuze van poters als het „soort van aardappel daartoe gebezigd de meeste omzichtigheid en „nauwkeurigheid behoort in acht genomen te worden.

„Het zoo groot belang van de aardappelcultuur voor deze Provincie „doet het alleszins wenschelijk zijn, dat de aandacht van de land„bouwers zich hierop vestigt en dat daar, waar geen algemeen „werkende maatregelen schijnen genomen te kunnen worden, om „het kwaad te stuiten of te voorkomen, het voorbeeld en de zedelijke „invloed van groote grondbezitters en aanzienlijke landbouwers daar„heen strekken en de middelen helpen bevorderen, om de cultuur „van het aan deze Provincie eigen soort van aardappelen vroeger „zoo gunstig bekend en zoo gretig gezocht, aan te moedigen en te „doen herleven, teneinde zoodoende alle verdere teruggang van deze „voor Friesland zoo belangrijke tak van verkeer en handel zooveel „mogelijk te voorkomen".

In het verslag van 1837 vinden we:

„Op de kleigronden schijnt de vermenging en verbastering der „aardappel vooral plaats te hebben, hetwelk men daaraan wil hebben „toegeschreven, dat het soort van aardappelen op de klei wordend „verbouwd voor de vermenging met andere soorten van mindere „hoedanigheid geschikter en voordeeliger is, dan het soort van „aardappelen, hetwelk in de zandgronden wordt gebouwd".

Men ziet hier telkens gebruikt het woord verbastering; ook wordt er gesproken van twee soorten; het betere soort zou door vermenging met het mindere allengs achtteruitgaan. Deze opvatting kan op natuurlijke wijze worden verklaard door aan te nemen, dat men de gezonde en krulzieke planten aanzag voor twee verschillende soorten, zooals het thans ook nog zoo dikwijls in de praktijk geschiedt. Bij andere ziekten als b.v. brand in granen ziet men aanvankelijk een normale plant, waarvan later een gedeelte een ziekelijk voorkomen krijgt of afsterft.

Bij de krulziekten echter vertoonen reeds spoedig na opkomst alle deelen der plant een abnormale habitus, zonder af te sterven. Daar in het seizoen zelf geen overgang van ziekte te bespeuren is, maar wel een toename in opeenvolgende jaren, kon het denkbeeld, dat men met een verbastering te doen heeft, gemakkelijk veld winnen. Ook woorden als „ontaarding", „veroudering" of „verval" vindt men telkens terug, niet alleen in de Nederlandsche literatuur, maar ook in de buitenlandsche. Juist in datzelfde jaar 1837, waarvan zooeven sprake was, schreef de Engelschman Aitken een uitvoerig stuk over die veroudering. Volgens hem zou ieder pas gewonnen ras zich kenmerken door weligen groei, late rijpheid, groote opbrengst en overvloedige dracht. Langzamerhand zouden deze voordeelen verminderen, de vatbaarheid voor ziekten toenemen, alleen de kwaliteit zou fijner worden. Aan deze gedachte, die overal in de praktijk ook nu nog veel aanhangers telt, — en misschien niet geheel ten onrechte, zooals wij later zullen zien — ligt de opvatting ten grondslag, dat ongeslachtelijke voortplanting geen ware voortplanting zou zijn, dat dus individuën van een aardappel- of fruitras, dat jaren geleden uit een enkel zaad is voortgekomen, eigenlijk slechts stukken zijn van een enkele plant en dat deze plant, als alle levende wezens, langzamerhand oud en zwak wordt en gaat afsterven. Men zou dus alleen uit zaad frissche, jonge en ook gezonde planten krijgen, die bij voortplanting door knollen voorloopig ook gezond zouden blijven en eerst na tientallen van jaren achteruit zouden gaan. De feiten schenen hen, die zoo dachten, wel in 't gelijk te stellen. Had niet reeds de Nederlander Van Bavegem in 1782 eveneens naar aanleiding van de studie der „ontaarding" nieuwe rassen uit zaad gewonnen, die later in Duitschland als „holländische Samenkartoffeln" zeer geroemd werden? Telkens en telkens vinden wij die ontaardingstheorie terug, ook naar aanleiding van het optreden der Phytophthoraziekte in 't midden van de vorige eeuw.

Het feit, dat de door de bladrol- of mozaiekziekte aangetaste planten in 't algemeen vroeger en in veel heviger mate door *Phytophthora infestans* worden aangetast, schijnt aanleiding te zijn geweest, dat men ook deze kwaal voor een symptoom van ontaarding heeft aangezien. De „Royal Agricultural Society" te Londen kwam in 1872 op grond van 94 veldproeven tot het resultaat, dat tal van soorten „afgeleefd" waren; en dientengevolge sterk aan de Phytophthoraziekte onderhevig waren. Men legde verband tusschen dit afleven en Darwin's leer over de veranderlijkheid der soorten. Verscheidene kweekers vonden in de genoemde proeven aanleiding zich toe te leggen op het winnen van nieuwe soorten uit zaad, iets, waarvoor Darwin zich ten

zeerste interesseerde. Er werd daarbij vooral gelet op bestandheid tegen *Phytophthora infestans*. Een der beste aanwinsten uit dien tijd was de Magnum Bonum, gewonnen door James Clark uit een kruising van Early Rose met Victoria en in 1876 door Sutton and Sons, Reading, in den handel gebracht. Deze soort, die een tijd lang ook op het continent van Europa zeer geroemd werd, is niet voor achteruitgang gespaard gebleven; zij schijnt nu zoo goed als niet meer te worden verbouwd. Niet alleen in Europa, maar ook in Nederlandsch Oost-Indië, waar zij is ingevoerd, is zij met verschijnselen van krulziekte uit de cultuur verdwenen (Westerdijk 1916). Een dergelijk lot had in dien tijd tal van soorten getroffen. De Heer Rauwerda schrijft daarover in de Leeuwarder Courant van 20 Nov. 1905 het volgende:

„Zoo zijn in den tijd, waarvan ik heugenis heb, Bruintjes, Wierster „zaaiers, Jammen, Douwe Agessen, Dantumer gele, Hallumer gele, „langer of korter zeer gewilde aardappelrassen geweest en thans „zijn ze zoo goed als geheel uit de cultuur verdwenen. Andere, zoo- „als Munstersche en Magnum Bonum handhaven zich nog eeniger- „mate, omdat zij bij de afnemers een goeden naam hebben, hoewel „de opbrengst onvoldoende is.”

De schrijver dringt krachtig aan op onderzoek in deze quaestie, die zich bij de Friesche aardappelverbouwers meer in de belangstelling verheugde dan alle andere onderwerpen, die hij in de landbouwkroniek behandelde.

Wanneer wij de beschouwingen van Rauwerda in verband brengen met wat wij in de laatste jaren met de Roode Star zien gebeuren, dan is het niet twijfelachtig, dat ook in de door hem genoemde gevallen de zeefvatenziekten de oorzaak der achteruitgang zijn. De Roode Star is een zaailing van 1903 en gekweekt van Cimbal's Prof. Wohltmann als moeder en Erika, een zeer vroeg soort, als vader. Aanvankelijk was het een prachtige soort, die overal bij de varieteitsproeven van de Rijkslandbouwleeraren om hare groote opbrengsten (gedurende drie jaar 540 H.L. per H.A. op Veenhuizen's proefveld) en om haar smaak en duurzaamheid uitstekend voldeed en in ons geheele land burgerrecht verkreeg. In de laatste jaren nemen de klachten over haar achteruitgang steeds toe. Alvorens er proeven over te hebben genomen kon ik niet zeggen of wij hier met mozaiek dan wel met bladrol te maken hebben. Door knollentransplantatie op Zeeuwsche Blauwe overgebracht, bleek het de mozaiekziekte te zijn.

Het behoeft ons na al het voorafgaande waarlijk niet te verwonderen, dat de ontaardingstheorie steeds weer opduikt. En dat niet alleen bij practici, maar ook bij mannen der moderne

phytopathologische wetenschap. Zoo spreekt JONES in 1905 van „running out", STÖRMER in 1911 van „allgemeiner Verfall", ORTON in 1914 van „varietal detoriation" en „degeneration" van aardappelrassen. De Duitsche schrijver EHRENBERG schreef in 1904 een lange verhandeling om de ontaardingsverschijnselen te verklaren als „Abbau" of „Herabzüchtung", d. i. voortdurende verbouw onder ongunstige invloeden van bodem en klimaat, alsmede het gebruik van kleine poters, en de Zweed HEDLUND (1910) tracht in al die duistere voorstellingen eenig licht te brengen door de hypothese in te voeren, dat de krulziekte is een „pathologische adaptieve mutatie"; de Duitscher DIX (1913) door aan te nemen, dat de herhaalde kruising, die bij de aardappelen heeft plaats gevonden, de rassen in zoo sterke mate heterozygoot heeft gemaakt, dat zelfs bij vegetatieve voortplanting splitsing niet uitblijft; de krulzieke planten zouden vegetatief „uitmendelen". Men ziet, de hypothese der erfelijkheid van verworven eigenschappen, de mutatietheorie, en de Mendelleer, alles werd aangegrepen ter verklaring, maar steeds werd de begripsverwarring grooter.

Of wij na de ontdekking van de besmettelijkheid der beide krulziekten de degeneratietheorie nu geheel over boord mogen werpen? Men kan hiertegen inbrengen, dat nog steeds niet is verklaard, waarom het bij vele soorten zoo lang duurt voor de bladrol- of mozaiekziekte ze achteruit doet gaan. Dat de Eigenheimer, door VEENHUIZEN in 1890 uit zaad gewonnen, nog steeds met succes verbouwd wordt, is het gevolg van de selectie, waaraan deze soort in Friesland door tal van landbouwers in verband met de veldkeuring wordt onderworpen. Maar bij de soort Magnum bonum, die niet door een dergelijk proces in stand is gehouden, heeft het veertig jaar geduurd voor zij door de bladrolziekte uit de cultuur verdween.

Ook ten aanzien van hare resistentie tegen Phytophthora heeft zij haar ouden roep niet kunnen handhaven. Maar zou dit feit niet op andere wijze kunnen worden verklaard dan door het bestaan van degeneratie aan te nemen? Zou er niet veeleer aanpassing hebben plaats gehad van den parasiet aan de plant? De lagere organismen, die als plantenparasieten optreden, behooren voor het grootste gedeelte tot die, bij welke geslachtelijke voortplanting ontbreekt. Hare generaties volgen elkaar veel sneller op dan bij de hoogere planten, vandaar dat het ontstaan van veranderingen, in veel korter tijd kan worden opgemerkt. Men kent talrijke voorbeelden van virulentie-verlies bij pathogene bacteriën, die op doode voedingsbodems worden gecultiveerd (b.v. bij *Pseudomonas Syringae* van HALL 1902). Omgekeerd heeft HONING (1914) van de slijmziektebacterie *(Pseudomonas Solanacearum),* die uit de tabaks-

plant gekweekt was en een Capsicum soort niet aantastte, de virulentie voor deze plant verhoogd door haar eerst op een Mucunasoort over te enten. Wordt deze bacterie langeren tijd op doode voedingsbodems gekweekt, dan verliest zij hare virulentie, eerst voor Capsicum, vervolgens voor *Nicotiana tabacum* en ten slotte voor de zeer vatbare *Solanum melongena* en *Solanum Lycopersicum*. Bij parasitaire schimmels kent men analoge gevallen. De voor *Hemileia vastatrix* vatbare Javakoffie is op vele plaatsen in onze Oost door de aanvankelijk onvatbare Liberiakoffie vervangen. Later werd ook deze meer en meer aangetast maar gold Robustakoffie voor onvatbaar. Maar ook bij deze soort worden in den laatsten tijd planten aangetroffen die van Hemileia te lijden hebben. SALMON ontdekte, dat de meeldauwzwam *Erysiphe graminum* niet in staat is over te gaan van *Bromus racemosus* op *B. commutatus*. Wel gaat zij van *B. racemosus* over op *B. hordeaceus* en eenmaal daarop groeiend neemt haar virulentie ten opzichte van *B. commutatus* toe, zoodat ook deze laatste soort wordt aangetast.

Evenals de virulentie der parasieten zou ook de vatbaarheid der voedsterplanten aan verandering onderhevig kunnen zijn, zelfs bij een vegetatief voortgeplant en dus niet aan de gewone Mendelsplitsing onderhevig gewas als de aardappelplant. Want dat er bij de aardappelsoorten knopvariaties voorkomen is reeds lang bekend en kort geleden op duidelijke wijze bevestigd door VAN LUYK (1916). Uit vele soorten heeft men door selectie rassen gekweekt, die in enkele eigenschappen, b.v. vorm of kleur van het blad, vorm of kleur der knollen van de oorspronkelijke soort afwijken. Voorbeelden daarvan leveren de z.g. Blauwe Eigenheimers, Zeeuwsche Blauwe en Bonte, Bonte Roode Star, Groene Bravo's enz. Zoo zou er ook ten opzichte van de vatbaarheid voor parasitaire aantasting eenige variatie kunnen optreden. Toch zal deze veranderlijkheid, zoo zij mocht voorkomen, wel niet die groote beteekenis hebben voor de achteruitgang der soorten als de aanpassing van de zijde der parasieten. Ten eerste toch volgen elkander bij deze laatste veel talrijker generaties op, zoodat er veel meer kans bestaat op variaties met groot aanpassingsvermogen; en ten tweede teelt men eventueel optredende knopvariaties bij de aardappelplant nooit voort met uitsluiting van het oorspronkelijke ras; dit laatste minder vatbare ras blijft dus naast het meer vatbare bestaan. Menig practicus zal denken, dat 't hetzelfde is of er aanpassing van parasiet aan plant plaats heeft, dan wel of de plant degenereert als 't eind toch is, dat men de oude soorten door nieuwe moet vervangen. Maar wie zoo redeneert ziet over 't hoofd, dat aanpassing slechts kan plaats hebben als beide partijen met elkaar in aanraking

komen. Wanneer men de plant en de smetstoffen der zeefvatenziekten van elkaar gescheiden houdt — en OORTWIJN BOTJES heeft aangetoond, dat dit wel degelijk mogelijk is — kan verwacht worden dat de aanpassing van organisme aan plant niet zal plaats hebben.

Enkele woorden dienen te worden gewijd aan de meening, dat niet sprongswijze knopvariaties (mutaties) oorzaak van den achteruitgang zouden zijn, maar dat ongunstige invloeden van bodem en klimaat de aardappelsoorten zeer geleidelijk in die richting zouden wijzigen. Ongetwijfeld hebben dergelijke factoren invloed op de vatbaarheid der planten, die er aan zijn blootgesteld. Maar dat er een erfelijke nawerking dier invloeden bestaat, is nog nooit bewezen. Het zou intusschen zeer gewenscht zijn door langdurige en systematische proeven de vraag op te lossen of inderdaad bodem en klimaat de aardappelsoorten doen veranderen. Men zal er voor moeten waken dat deze proeven niet worden gestoord door van de klimaatwerking onafhankelijke knopvariaties of besmetting met zeefvatenziekten. Wanneer de Eigenheimer in Friesland minder onderhevig is aan mozaiekbesmetting dan in Zuid-Holland kan dat echter ook een andere reden hebben. Meestal is de temperatuur in het Noorden van ons land enkele graden lager dan in het Zuidwesten. Er zijn winters in welke de vorst in Friesland dieper in den bodem dringt dan in Zuid-Holland. De kans dat van de knollen, die in den grond zijn achtergebleven, enkele in leven blijven is dus in de laatstgenoemde provincie grooter dan in de eerste. Wanneer men bedenkt, dat in Engeland de poters uit Schotland en in Amerika die uit Canada zich in een goeden roep verheugen, dan blijkt de hier aangeroerde quaestie er een te zijn van zeer algemeene beteekenis.

Met een enkel woord reeds werd de opvatting vermeld, dat de achteruitgang van aardappelsoorten een gevolg zou zijn van het gebruik van poters van kleine afmetingen. Nu wij weten, dat de beide zeefvatenziekten de grootte der opbrengst reduceeren en natuurlijk ook de grootte der afzonderlijke aardappelen is het duidelijk hoe men tot deze voorstelling is genomen. Om over de juistheid van deze meening gegevens te verkrijgen werden op een veld Roode Star, waar de mozaiekziekte voorkwam en Rhizoctonia en andere ziekten afwezig waren, 40 planten uitgezocht, waarvan er 10 gezond waren en de overige de ziekte in verschillende graden vertoonden.

ROODE STAR VAN KLEIGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN		
		Groote	Poters 25—60gr.	Kleine
Gezond	1,900	9	9	15
	1,875	6	20	13
	1,840	7	20	16
	1,335	7	10	13
	1,295	4	7	22
	1,100	4	12	11
	1,080	3	7	15
	0,870	2	12	17
	0,780	3	7	9
	0,655	3	8	11
Gemiddeld	1,273	4,8	11,2	14,2
Zwak mozaïek	1,525	8	4	24
	1,400	9	6	19
	1,375	5	12	12
	1,120	6	8	3
	1,090	4	11	21
	0,880	4	8	16
	0,850	4	6	7
	0,760	4	7	3
	0,665	4	6	2
	0,600	2	7	8
Gemiddeld	1,026	5,0	7,5	11,6
Middelmatig sterk mozaïek. .	1,380	5	10	38
	1,150	6	8	7
	1,110	3	12	27
	0,990	5	5	4
	0,905	4	10	10
	0,905	2	11	27
	0.660	2	9	8
	0,590	3	8	4
	0,580	1	9	14
	0,530	3	5	8
Gemiddeld	0,880	3,4	8,7	14,7
Sterk mozaïek	0,515	2	6	8
	0,455	0	9	13
	0,385	0	5	17
	0,370	0	8	11
	0,350	0	4	18
	0,335	0	5	13
	0,325	0	5	11
	0,210	0	5	3
	0,180	0	1	10
	0,140	0	3	5
Gemiddeld	0,326	0,2	5,1	10,9
Totaal	35,05	134	325	514

Dergelijke bepalingen zijn bij de bladrolziekte gedaan. Daar deze ziekte vooral optreedt bij de soorten, die op de zandgronden geteeld worden en men daar dikwijls zeer kleine poters gebruikt, heb ik een veld op zandgrond voor dit doel gekozen en behalve het aantal poters met een gewicht van 25 tot 60 g. ook bepaald het aantal poters met een gewicht van 25 tot 40 g.

PAUL KRUGER VAN ZANDGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN			
		Groote	Poters van 25—60 gr.	Poters van 25—40 gr.	Kleine
Gezond	1,200	8	8	6	2
	1,100	6	8	4	6
	1,070	5	5	4	2
	0,950	4	12	5	2
	0,865	4	11	7	9
Gemiddeld	1,039	5,4	8,8	5,2.	4,2
Zwak primair ziek . .	1,160	6	13	8	7
	0,860	5	9	4	8
	0,850	1	11	6	30
	0,645	4	0	0	4
	0,385	1	5	3	13
Gemiddeld	0,780	3,4	7,6	4,2	12,4
Sterk primair ziek . .	0,690	2	7	2	3
	0,605	3	8	7	5
	0,530	1	12	8	9
	0,465	3	3	2	11
	0,400	3	4	2	0
Gemiddeld	0,538	2,4	6,8	4,2	5,6
Secundair ziek . . .	0,235	1	4	3	6
	0,105	0	2	2	2
	0,075	0	2	2	2
	0,045	0	1	1	1
	0,045	0	1	0	0
Gemiddeld	0,101	0,2	2,0	1,6	2,2
Totaal.	12,29	57	104	76	111

BRAVO VAN ZANDGROND	Totaal opbrengst in Kilo's	AANTAL KNOLLEN			
		Groote	Poters van 25—60 g.	Poters van 25—40 g.	Kleine
Gezond	2,115	14	15	11	8
	1,800	9	19	12	24
	1,720	11	19	16	17
	1,200	4	16	6	15
	1,005	8	20	14	18
Gemiddeld	1,568	8,2	17,8	11,8	16,4
Zwak primair ziek . .	1,850	6	30	23	25
	1,625	9	16	8	20
	0,950	1	15	11	35
	0,905	1	15	11	24
	0,500	1	11	8	6
Gemiddeld	1,166	9,6	17,4	12,2	22,0
Sterk primair ziek . .	0,720	0	11	7	24
	0,685	2	10	6	15
	0,620	1	9	7	20
	0,570	0	9	9	37
	0,420	3	3	1	2
Gemiddeld	0,603	1,2	8,4	6,0	19,6
Secundair ziek . . .	0,425	2	3	3	18
	0,150	1	4	1	0
	0,120	0	3	3	1
	0,120	0	2	1	5
	0,105	0	1	0	6
Gemiddeld	0,184	0,6	2,6	1,6	6,0
Totaal.	17,605	68	231	158	320

De totaal opbrengst van de 40 planten Roode Star bevat 325 poters, waarvan er 112 afkomstig zijn van gezonde, de rest van mozaiekzieke planten. Het volgend jaar zou dus het percentage gezonde planten van 25 tot 34 zijn toegenomen. De totaal-opbrengst van de 20 planten Paul Krüger bevat 104 poters, waarvan er 44 van gezonde, de rest van bladrolzieke planten afkomstig zijn, hier zou dus het percentage gezonde planten in het volgend jaar van 25 tot 42 zijn gestegen. Bij Bravo zou op deze wijze een toename van het aantal gezonde planten van 25 tot 38 plaats hebben. Dat de zieke planten in 't algemeen meer

poters voortbrengen dan de gezonde en dat daardoor de toename der ziekte in 't nageslacht verklaard zou worden, blijkt dus onjuist te zijn, zelfs wanneer men de poters zeer klein (25—40 g.) neemt.

Het aantal knollen is des te geringer naarmate de ziekte een heviger vorm aanneemt. Bij deze oogstvermindering zijn in de eerste plaats de groote knollen betrokken, dan de poters en pas in de laatste plaats de kleine. Dit geldt voor de bladrolziekte zoowel als voor de mozaiekziekte. Wil men uit deze cijfers een conclusie trekken voor landbouwers, die op een zeer eenvoudige wijze het toenemen der ziekte eenigszins willen tegengaan, dan zou men ze den raad kunnen geven, alleen groote aardappels als pootgoed te gebruiken. Het is evenwel de vraag of bij het toepassen van dezen raad de toename der ziekte als gevolg van hare besmettelijkheid niet een veel sterker invloed in de verkeerde richting uitoefent.

De reductie van de opbrengst is bij de bladrolziekte sterker dan bij de mozaiekziekte. Reeds in mijn verhandeling van 1913 gaf ik cijfers over de bladrolziekte, waaruit blijkt, dat het gewicht aan knollen bij secundair-zieke planten $^1/_{10}$ tot $^1/_{100}$ kan bedragen van wat bij gezonde wordt geoogst. Bovendien is het zetmeelgehalte, afgeleid uit het S. G., 1 tot 3 pct. lager bij de knollen van bladrolzieke planten. Voor deze bepalingen zijn de grootste knollen der zieke planten vergeleken met ongeveer even groote knollen der gezonde planten; van knollen toch die in grootte te veel uiteenloopen, mag men het S. G. niet vergelijken, daar ook bij gezonde planten de kleine specifiek lichter zijn dan de groote (de zeer groote buiten beschouwing gelaten).

Wanneer de primaire bladrolziekte vroeg invalt kan zij schadelijk zijn; laat invallende primaire ziekte vermindert de opbrengst ternauwernood.

In welken graad de mozaiekziekte de opbrengst vermindert hangt natuurlijk ook sterk af van hare hevigheid. Bij sterk gewelfde en gedrongen planten van de soorten Eigenheimer en Zwijndrechtsche paarspitten bedroeg het gewicht aan knollen slechts een tiende van het normale. Bij den meer voorkomenden zwakkeren ziektevorm vindt men meestal een teruggang, die varieert van $^2/_3$ tot $^1/_3$ al naar den graad van aantasting. Ook bij deze ziekte is het S. G. van de knollen der aangetaste planten geringer dan dat van gezonde, het verschil bedraagt $^1/_2$ tot 2 pct.

De volgende cijfers van onze eigen proefvelden geven van een en ander een denkbeeld.

	Gezonde planten.			Mozaiekieke planten.		
	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	S. G.	Aantal.	Opbrenst per plant in K.G.	S. G.
Wageningen 1909.						
Zeeuwsche Blauwe . . .	6	0,933	16,3	6	0,930	15,8
Zeeuwsche Bonte . . .	6	0,922	15,8	6	0,743	15,4
Wageningen 1910.						
Zeeuwsche Bonte . . .	12	0,413	16,0	133	0,315	15,4
Paul Krüger	39	1,250	18,9	11	0,612	18,6
Leeuwarden 1916.						
Eigenheimer (planten op 1,5 M. afstand van elkaar)	20	3,25		13	2,07	

	Gezonde planten.		Zwak mozaiekzieke planten.		Welvingszieke planten.	
	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst per plant in K.G.
Wageningen 1917.						
Eigenheimer (planten op 1,5 afst. van elkaar)	8	1,570	8	0,840	8	0,165

Vervolgens geef ik hier enkele cijfers van de heeren Van der Meer te Oudebildtzijl, Bloemsma te Middelburg, en v. d. Werff te Hallum.

	Gezonde planten.			Platte planten.			Topbonte planten.		
	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.	Aantal.	Groote per plant in K.G.	Poters per plant in K.G.
Oudebildtzijl 1914.									
Eigenheimer . .	24	0,804	0,212	24	0,695	0,116	24	0,479	0,20

	Gezonde planten.			Welvingszieke planten.		
	Aantal.	Opbrengst aan groote en poters per plant in K.G.	Kriel per plant in K.G.	Aantal.	Opbrengst aan groote en poters per plant in K.G.	Kriel per plant in K.G.
Goes 1915. Zwijndr. paarspitten (vroeg soort) . .	10	0,739	0,130	10	0,240	0,158

	Gezonde planten.				Mozaiekzieke planten.			
	Aantal.	Gezamelijke opbrengst in K.G.			Aantal.	Gezamelijke opbrengst in K.G.		
		Groote.	Poters.	Kriel.		Groote.	Poters.	Kriel.
Hallum 1909 Roode Star . .	50	66	9	3	50	51	11	4

Wanneer wij onze indrukken over de beteekenis der beide zeefvatenziekten hier nog eens samenvatten dan komen wij tot de volgenden punten: ten eerste wordt de opbrengst er door verminderd en ten tweede geven zij aanleiding tot den achteruitgang van soorten en tot het beproeven van steeds nieuwe rassen. Dit laatste kan voordeel opleveren, wanneer de nieuwe soorten de oude in productiviteit en qualiteit overtreffen; het is echter een nog veel grooter voordeel wanneer men enkele goede soorten in stand kan houden. Want voor een bepaalde streek en voor een bepaald doel, b.v. consumptie, export, zetmeelfabricage enz. is de cultuur van enkele der allerbeste soorten productiever dan die van een grooter aantal rassen, onder welke altijd enkele minderwaardige loopen. Heeft men eenmaal de juiste soorten gevonden, dan is het de vraag of men ooit op een even gelukkige combinatie van eigenschappen in een nieuwe zaailing mag rekenen.

In welhaast alle aardappelverbouwende landen zijn de beide krulziekten bekend. Reeds in Appel's verhandeling van 1911 vinden wij vermeld, dat de bladrolziekte voorkomt in Duitschland, Oostenrijk-Hongarije, Zwitserland, Nederland, Denemarken, Zweden, Noorwegen, Rusland, Bulgarije en Roemenië. Door de Caluwe (1908) weten wij, dat zij in België, door Foëx (1914)

dat zij in Frankrijk voorkomt. In tal van oude Engelsche verhandelingen wordt over „leaf-curl" of „the curled disorder in potatoes" (Shirreff 1813) gesproken. Pethybridge, bij wien ik over het voorkomen dezer ziekten informeerde, schrijft „I expect both leaf-roll and mosaic exist in the British Isles", trouwens fig. 3 en 4 van zijn derde rapport over aardappelziekten (1912) geven typische gevallen van welvings- en bladrolziekte te zien.

Wanneer het voorkomen van mozaiekziekte wat Europa betreft alleen nog maar voor Nederland (1910) en door Lind en Rostrup voor Denemarken (1916) is opgegeven, komt dat daarvan dat op deze ziekte niet door een zoo uitvoerige literatuur de aandacht is gevestigd. Dat de welvingsvorm ook in Duitschland voorkomt blijkt uit afbeeldingen van Appel (1911) en Schander (1916). Imre's (1913) afbeeldingen wijzen op haar voorkomen in Hongarije.

In de Vereenigde Staten van Amerika komen beide ziekten voor: bladrol vooral in Colorado maar ook in Maine, Nieuw Schotland, Long Island en Bermuda (Orton 1914, Wortley 1915), mozaiek volgens Orton vooral in de Oostelijke Staten; de welvingsziekte (curly dwarf), die hij voor een andere kwaal houdt, eveneens in de Oostelijke Staten en, ofschoon in een laag percentage, toch ook door het geheele gebied verspreid. Over het voorkomen der bladrolziekte op Java schrijft Westerdijk het volgende:

„Het viel mij op, dat men in Indië zelden bladrolzieke planten „ziet. Het is wel mogelijk, dat de weinige soorten, die men op Java „teelt, juist niet onderhevig aan bladrol zijn. In deze meening werd „ik versterkt, doordat een Europeesch kweeker uit Lembang mij „vertelde, dat zijn „Magnum Bonum" alle te gronde waren gegaan „aan krullige verschijnselen."

Van der Goot was zoo vriendelijk voor mij bladrolzieke planten in Lembang te verzamelen; door anatomisch onderzoek van den stengel kon worden aangetoond, dat wij hier te doen hebben met phloeemnecrose. Men noemt de ziekte te Lembang „gandjiloeng".

Nu wij weten, dat de mozaiekziekte overgaat van de aardappelplant op andere Solaneeën en de verschillende door mij genomen proeven wijzen op identiteit van het tabaks- en het aardappelmozaiek, krijgt men een nog veel beter inzicht in de zeer algemeene verspreiding van deze plaag. In Europa komt het tabaksmozaiek voor in alle tabakverbouwende streken, zoo ook in Amerika, West-Indië, Japan, Sumatra, Java en Afrika.

Zoo zijn de beide zeefvaatziekten van de aardappelplant dus overal verspreid, waar de cultuur van dit gewas ingang heeft gevonden. Dat bij deze verspreiding de pootaardappelen een groote rol hebben gespeeld is zeker. De vraag of zij voorkomen

had kunnen worden door een controle op den invoer van pootaardappelen moet naar mijne meening ontkennend worden beantwoord, daar toch aan de knollen in 't geheel niet is te constateeren of zij de ziektekiemen bevatten en zelfs niet altijd aan de moederplanten, die de knollen hebben geleverd. Bovendien komen deze ziekten juist zeer veel voor in de kweekerijen van nieuwe soorten, en daar men in 't algemeen gaarne pootmateriaal van den kweeker betrekt, die de gewenschte soort gewonnen heeft, vormen zijn culturen misschien wel de belangrijkste bron van besmetting.

Dat in deze kweekerijen de smetstof zeer verspreid moet zijn is duidelijk. Talrijke zaailingen met alle graden van vatbaarheid staan er door elkaar, en voor dat de meest vatbare om de hevigheid, waarmede de ziekteverschijnselen er zich in vertoonen, zijn opgeruimd, hebben zij haar besmettende werking reeds uitgeoefend.

Terwijl dus maatregelen tegen den import dezer ziekten niet mogelijk zijn, zal elk land voor zich de gezondheidstoestand der aldaar verbouwde aardappelrassen kunnen bevorderen.

Hoe dit zal moeten gebeuren, daarover raadplege men een door Oortwijn Botjes (1919) geschreven brochure.

LITERATUUR.

AITKEN 1837, The potato rescurd from disease. London 1837.

ALLARD 1914, The mosaic disease of tobacco. Bulletin of the U.S. Dep. o Agric. No. 4.

——— 1915. Distribution of the virus of the Mosaic disease in capsules, filaments, anthers and pistils of affected tobacco-plants. Journal of Agr. Research. Vol. V No. 6.

——— 1916, Some properties of the virus of the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. V No. 7.

——— 1916, A specific Mosaic disease in Nicotiana viscosum distinct from the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. VII No. 11, Apr. 1917 No. 5.

——— 1917, Further studies of the Mosaic disease of tobacco. Journal of Agr. Research. Vol. X No. 12, Sept. '17.

APPEL 1907, Aus der Geschichte der Kartoffelkrankheiten, Arb. a. d. Kais. Biol. Anst. f. Land- und Forstwirtschaft V p. 378.

APPEL und SCHLUMBERGER 1911, Die Blattrolkrankheit und unsere Kartoffelernten. Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Heft 190.

APPEL 1918, Die Blattrollkrankheit der Kartoffel, Deutsche Landwirtschaftliche Presse, 16 Febr.

BAUR 1906, Berichte der Deutsch. Botan. Gesellschaft.

——— 1910. Biol. Centralbl. 30, p. 497.

BAVEGEM. VAN 1872. Over de ontaarding der aardappelen. Dordrecht.

BEIJERINCK 1898, Over een contagium vivum fluidum als oorzaak van de vlekziekte der tabaksbladeren. Wis- en Natuurkundige Afd. v. d. Kon. Acad. v. Wetensch. te Amsterdam.

BROWN and MORRIS 1893, Journal of the Chemical Society Vol. XIII London.

BUNZEL 1913, Biochemical study of the curly-top of sugar beets. U. S. Dep. o. Agr. Bur. o. Plant Industry, Bul 277.

——— 1914, Oxidases in healthy and in curly dwarf potatoes. Journ. of Agr. Research.

CALUWE DE 1908, Handelingen van de 12de Vlaamsch Natuur- en Geneeskundig Congres te St. Niklaas p. 195.

CLINTON 1915, Chlorosis of plants with special reference to calico of tobacco. Part VI of the Report of 1914 o. t. Connecticut Agricultural Exp. St. New Haven Conn.

DARWIN 1868, Variation of animals and plants undei domestication.

DIX 1913, Ueber die Blattrollkrankheit der Kartoffel. FÜHLING'S Landw. Zeitung LXII p. 214.

DOBY 1911 en 1912, Biochemische Untersuchungen über die Blattrollkrankheit der Kartoffeln. Zeitschr. f. Pfl. krankh. Band. XXI en XXII.

EHRENBERG 1904. Der Abbau der Kartoffeln. Landw. Jahrb. XXXIII.
EYKMAN 1905. Geneeskundige bladen.
FISCHER A. 1891. Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Pringsh. Jahrb. XXII. p. 731.
FOËX 1914, Bull. d. l. Sol. d. path. veg. de France No. 1, p. 42.
GIRARD 1900, Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère. 2 me ed. Paris.
HALL, VAN 1902, Bijdragen tot de kennis der bacterieele plantenziekten. Amsterdam.
——— 1912, Eerste Verslag van de Robusta selectie. Mededeelingen van het Proefstation Midden-Java No. 7.
——— 1917, Ziekten en Plagen der Cultuurgewassen in Nederlandsch Indië in 1916. Mededeeling van het Lab. voor Plantenziekten No. 29 Batavia.
HANSTEIN 1860, Versuche ueber die Leitung des Saftes durch die Rinde und Folgerungen daraus. (Jahrb. f. wiss. Bot. II, 392).
HEDLUND 1910, Tidschrift för Landtmän.
HONING 1911, De oorzaak der slijmziekte en proeven ter bestrijding, III Deli-proefstation te Medan 5de jg. 6de afl.
——— 1912, Beschrijving van de Deli-stammen van Bacillus solanacearum SMITH, de oorzaak der slijmziekte. Med. v.h. Deli-proefstation te Medan 6de jg. 7de afl.
HUNGER 1903, Bemerkung zur WOOD'schen Theorie über der Mosaikkrankheit des Tabaks.
IMRE 1913, Burgonya-betegségeh: Levélfodrosság. Gyürüsbetegség. Levelsodródás. Magyaróvár.
IWANOWSKI 1903, Ueber die Mosaikkrankheit der Tabakspflanze. Zeitsch. f. Pflanzenkrankheiten XIII.
JONES 1905, Disease resistance of potatoes. U. S. Departement of Agriculture. Bur. o. Plant Industry Bul. 87.
JORDI 1613, Arb. d. d. Auskunftstelle für Pflanzenschutz der landw. Schule Rütti Bern pro 1912/13 p. 8.
KONING 1899, WOODS' Destruction of Chlorophyll bij Oxidizing Enzymes. Indische Mercuur 16 Dec.
———1899, Die Flecken oder Mosaikkrankheit des holländischen Tabaks.
KÜHN 1858, Die Krankheiten der Kulturgewächse, Berlin.
LECLERQ DU SABLON 1912, Les incertitudes de la Biologie Paris. p. 139.
LIND 1915, Runkelroernes Mosaiksyge, Tidsskrift for Planteavl, XXII p. 444.
LIND en ROSTRUP 1916, Maanèdlige Oversigter over Sygdomme hos Landbrugets Kulturplanter fra Statens plantepatologiske Forsog April, Juli 1916, Kopenhagen.
LINDEMUTH 1878, Ueber vegetative Bastarderzeugung durch Impfung. Landwirtschaft. Jahrbücher VII.
LINDEMUTH 1907, Studiën über die sogenannte Panachüre. Thiel's landw. Jahrb.
LOEW 1900, Physiological Studies of connecticut Leaf Tobacco. U.S. Departm. of Agric. Report No. 65, 1900.
VAN LUYK 1916, Een knopvariatie bij aardappels, Cultura.
MAYER ADOLF 1886, Ueber die Mosaikkrankheit des Tabaks, Landw. Vers. Stat. Bd. XXXVIII, p. 450.
MODESTOV 1917, (Ref. Bot. Centralbl. 48) Die Grössenverhältnisse des Wurzelsystems bei den verschiedenen Typen von Anbaupflanzen.
OORTWIJN BOTJES 1919, Iets over het kweeken van ziektevrij pootgoed bij aardappelen. Directie van den Landbouw, 's Gravenhage.
ORTON 1914, Potato wilt, leaf roll, and related diseases, Bull. o. t. U. S. Dep. o. Agric. No. 64.
PALLADIN 1911, Pflanzenphysiologie, Berlin.
PERROT 1899, Le tissu criblé, Paris.

PETHYBRIDGE 1912, Investigations on potato diseases (Third report. Journal of the Dep. o. Agr. a. techn. Instruction for Ireland XII.

QUANJER 1910, De krulziekte van de aardappelplant, Staring's Almanak.

——— 1913, Die Nekrose des Phloems der Kartoffelpflanze, die Ursache der Blattrollkrankheit, Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin- en Boschbouwschool, deel VI, p. 41.

QUANJER, V. D. LEK en OORTWIJN BOTJES 1916, Aard, verspreidingswijze en bestrijding van Phloeemnecrose (bladrol) en verwante verschijnselen, o.a. sereh. Mededeelingen van de Rijks Hoogere Land-, Tuin en Boschbouwschool, Deel X p. 1.

RAUWERDA 1905, Leeuwarder Courant.

ROTMISTROFF 1908, Die Gebiete der Verbreitung der Wurzeln bei einjährigen Kulturpflanzen u. Sommersaaten, Russ. Journ. f. experimentelle Landwirtschaft p. 24.

ROYAL AGR. SOC. ENGLAND 1884, Journal XX, 291.

SACHS 1863, Ueber die Leitung der plastischen Stoffe durch verschiedene Gewebsformen, Flora XLVI, p. 33.

——— 1882, Vorlesungen ueber Pflanzenphysiologie, p. 434.

SALMON 1904, Recent Researches on the Specialisation of Parasitism in the Erysiphaceae. The new Phytologist, vol. III.

SCHANDER 1916, Die wichtigsten Kartoffelkrankheiten und ihre Bekämpfung. Arbeiten der Gesellsch. z. Förd. d. Baues und der wirtschaftlich zweckmässigen Verwendung der Kartoffeln Heft 4.

SCHIMPER 1885, Ueber Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Blätttern. Bot. Ztg. XVIII, p. 737.

SCHIMDT E. W. 1917, Bau und Funktion der Siebröhre der Angiospermen, G. FISCHER, Jena.

SHIRREFF 1819, On the curled disorder in potatoes, Memoires of the Caledonian Horticultural Society. Vol. I Ed. 2. Edinburgh.

SMITH E. F. 1891, Additional Evidence of the Communicability of Peach Yellows and Peach Rosette, U. S. Dep. o. Agric. Bur. o. Veg. Pathology Bull. No. 1.

STAHEL 1917, De zeefvatenziekte (phloeemnecrose) van de Liberiakoffie in Suriname (koffiewortelziekte). Med. v. h. Dep. van Landbouw in Suriname No. 12.

STEWART 1916, Observations on some degenerate strains of potato, N. York State Bull. 422 p. 319.

STÖRMER 1911, Zeit- und Streitfragen im Kartoffelbau, Kartoffelverwertung, Jahrg. 1911, No. 7, 9 en 10.

STÖRMER 1911, Abbau und Wiederauffrischung von Kartoffelsorten durch Bodeneinflüsse. Illustr. landw. Zeitung 1911, No. 19, p. 177.

STUART 1915, Potato breeding and selection U. S. Dep. o. Agric. Bull. No. 195. Bureau of Plant Industry.

SUSUKI 1902, Chemische und physiologische Studien über die Schrumfkrankheit des Maulbeerbaums, eine in Japan sehr weit verbreitete Krankheit. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh., 1902, p. 203.

VERSLAGEN 1836, 1837 en 1846, van den Heer Staatsraad Gouverneur en van de Heeren Staten aan de Heeren gedeputeerde Staten der Provincie Vriesland.

VÖCHTING 1902, Ueber die Keimung der Kartoffelknollen, Bot. Ztg.

VUILLEMIN 1895, Considerations générales sur les maladies der végétaux. Traité de Pathologie générale T. I.

WESTERDIJK 1910, Die Mosaikkrankheit der Tomaten. Med. v. h. Phytopath. Lab. „Willie Commelin Scholten," Amsterdam No. 1.

——— 1916, Die Mosaikkrankheit der Kartoffelpflanze, Jahresbericht der Vereinigung für angewandte Botanik" XIV, p. 145.

——— 1916, Aardappelziekten in Nederlandsch Oost-Indië, Teysmannia No. 1 en 2.

Woods 1902, Observations on the Mosaic disease of tobacco. U. S. Dep. of Agr. Bur. o. Plant industry Bul. 18.

Wortley 1914/15, Seed potato improvement, measures for the control of seed potatoes imported into Bermuda. Report of the Director of Agriculture for the years 1914 and 1915. Bermuda Dep. of Agric.

——— 1918, Potato leaf-roll: its diagnosis and cause. Phytopathology VIII No. 10 p. 507.

THE MOSAIC DISEASE OF THE SOLANACEAE: ITS RELATION TO PHLOEM-NECROSIS AND ITS EFFECT ON POTATO-CULTURE.

(SUMMARY OF THE PRECEDING PAPER).

The „Curl" of potatoes is an old disease, which, by earlier authors, was associated with degeneration or senility of the variety. At the beginning of this century APPEL made it clear, that the term „curl" had been applied to a number of distinct diseases: he established one of these under the designation „leaf-roll" and he retained the old name „leaf curl" for another type. This last type is the same as that known in America as „curly dwarf". Another disease related to this group is described in America as „mosaic". (Compare OORTON 1914).

The author of the present paper has made observations and experiments on these diseases during the past twelve years and has come to the conclusion. that the old conception of „leaf curl" includes two distinct diseases:

1. *Leaf-roll* which is better termed *phloem-necrosis* or *lepto-necrosis*. It is contagious and pseudo-hereditary (OORTWIJN BOTJES 1919) and by these characteristics distinguishable from pseudo-leaf-roll caused by soil influences. Moreover it is characterised by necrosis of the phloem strands and thereby differentiated from foot- and wilt-diseases (QUANJER 1913).

2. *Leaf-curl* (curly dwarf), which may be more appropriately called *mosaic*, since it is a more intensified form of the latter disease. In several varieties of potatoes the author has observed that healthy plants, exposed to contamination by neighbouring plants affected with mosaic or curly dwarf show in their progeny the first faint symptoms of mosaic, which become accentuated and pass into the well known curlin gand dwarfing in the following generation. (Pl. II, III and V.)

There is a good deal of similarity between phloem-necrosis and mosaic. These diseases are not recognisable. or, if so, only with difficulty in the year in which infection occurs. In the case of phloem-necrosis sometimes, and in certain varieties (e. g. Paul Krüger), it may be recognised in a mild form in the upper parts of the plants as „primary leaf-roll". In the progeny of these primarily infected plants the disease develops in its intense or „secondary" form, which readily admits of definite diagnosis. The same thing holds good with regard to tne mosaic disease. In a primarily infected plant the symptoms are not evident in any appreciable degree, while even in the direct progeny the disease may vary from a scarcely discernable form to intense mosaic. In the following generation the mosaic is coupled with a curled or dwarfed habit. Thus the progress of mosaic in several varieties is slower than that of phloem-necrosis.

That both, phloem-necrosis and mosaic are contagious can be proved by grafting diseased scions on healthy stocks, or by transplanting halves of diseased tubers om halves of healthy ones (Pl. VII, 36 and fig. 37). These same methods have been used in order to prove that mosaic — though varying somewhat according to the variety of potatoes — is indeed the very same kind of disorder.

The chief sources of contamination in nature are neighbouring diseased plants. On heavy clay soil at Wageningen only the very nearest neighbouring plant was infected (Pl. VI, 27); on light sandy or peaty soils, however, infection passed on to the third, fourth or fifth plant, i.e. to a distance of two or three yards (Oortwijn Botjes 1919).

It has been shown by experiment that the infection passes as a rule through the soil, not through the air (Pl. VI, 28, 29, 30, 31, Pl. VII, 32, 33 and 34). Sometimes exeptions occur.

The question arises as to whether the contagium (virus or more probably ultramicroscopic parasite) can live saprophytically in the soil from the moment in which it has been deposited there by diseased plants till the time when a new crop of potatoes is raised. The experiments made to solve this question at Wageningen' in the southern part of our country, have proven that in the case of mosaic no soil infection occurs. In the case of phloem-necrosis however they have not led to uniform results. It is to be borne in mind, that it is very difficult to determine whether primary infection has occurred by observing the mild symptoms of disease in the upper parts of the plants, since the latter may easily be confounded with injury due to soil conditions or attack of the subterranean parts by various parasites. Therefore not only the plants of the experiment itself, but also the progeny of each of them has always been kept under observation. The author's first experiments in 1915 on soil infection with phloem-necrosis on plots which had borne diseased plants some years before led to positive resutls. Check plants on plots, on which potatoes had never been grown, kept healthy. In that case from one to five mild winters intervened between the summer in which the disease occurred and the summer in which healthy plants were again raised. But when these experiments were repeated in 1917 after a very severe winter, the soil had entirely got rid of the contagium, nor could the existence of soil infection be proved in the case of mosaic. Oortwijn Botjes (1919) in the north of our country has made several experiments on soil infection but never saw traces of it, either in the plants of the experiment or in their progeny. The number of intervening winters during the term of his experiments varied from two to five. Wortley (1918) agrees with Oortwijn Botjes in this respect. Two circumstances are to be considered in explaining the seemingly positive result of 1915. Firstly it is to be observed that in Wageningen in mild winters a few deep growing tubers often remain alive in the soil, from which stunted plants develop, which even when the field is regurlarly cultivated, may again produce a few deeply placed small tubers. Also tubers have been found at a depth of about half a yard in the soil, which after having passed the first winter, produced no stalks, but only tuber bearing stolons (Pl. VIII, 41). It is scarcely to be supposed that living parts of the plant could remain in this way for more than two winters. Secondly attention is called to the fact that in exceptional cases infection seems to spread from a diseased plant over much greater distances than the two or three yards, which as a rule is the maximum of spreading power. Observations by Oortwijn Botjes (1919) give occasion to the suggestion, that some of the cases of infection ascribed by the author to the soil originated in reality from diseased plants, growing at a distance of about twenty yards from the experimental plots, and the question is raised what may have acted as disease-carrier.

Tops of mosaic potato-plants have been grafted on healthy tomato and tobacco, tops of mosaic tomato on healthy potato and tobacco and tops of mosaic tobacco on healthy potato and tomato. It was found that the disease always proceeded from tobacco to tomato (Pl. VIII, 38) and reciprocally in about two weeks. Spreading from tobacco to potato or vice versa has not yet been observed by the author, but positive results were obtained by grafting tomato on

potato of the variety Zeeuwsche Blauwe and back to tomato. (Pl. VIII, 39 and 40.) With two other potato varieties, Eigenheimer and Bravo, no interchange occurred. Thus this question has as yet been only partially solved. It would seem that the contagium of tobacco has more difficulty in adapting itself to potato than to other members of the Solanaceae. At all events it is clear now that the name mosaic is to be preferred for the potato disease, and that the term „curl" has only an historical value.

There ist some irregularity in the infection of neighbouring plants, some of hem giving progeny which consists partly of typically diseased and partly of healthy plants. This would lead us to regard the contagium rather as a parasitē than as a fluid. The same consideration holds good for Lindemuth's infectious mosaic of ornamental Abutilons and other Malvaceae; when this beautiful variegation is propagated by grafting on the perennial Malvaceous plant *Sida napeae,* some of the shoots will show the symptoms of mosaic next year, whereas others are exempt from it. Phloem-necrosis of coffee (Stahel 1917), yellow-stripe and sereh of sugar cane, mosaic of beet, peach yellows and rosette, and probably the Japanese mulberry-disease resemble very much the potato diseases described here.

The increased activity of the oxidase and peroxidase enzyms, which, in the case of tabacco-mosaic, are considered by Woods as the infective principle, must be of secondary importance. The most divergent plant diseases, e.g. attacks of tomato by Cladosporium, of peas and beans by Tetranychus, are characterised by enzymatic disturbances and, as is shown by Van der Haar (chapter V) in the case of leaf-roll, not only the oxidising enzyms but also the amylase and the invertase of the tubers have increased their activity. Mosaic, leaf-roll and the other related diseases enumerated above and considered by Sorauer as enzymatic, might be more appropriately called sieve-tube diseases or leptoses.

Only the upper new leaves and axillary shoots acquire the symptoms of mosaic and related diseases; in other words the contagium once introduced into the plant is directed with the flow of organic material to the growing tissues. The fact that this flow passes through the phloem-strands is most conspicuous in the case of phloem-necrosis where the tracks themselves have been already attacked. How the transport of starch from the leaves downward is inhibited by phloem-necrosis is shown in the authors' paper „Sur la fonction du tissu criblé" (1919) which gives sketches of healthy and diseased plants that were submitted in the very early morning to Sachs' iodine reaction. Healthy plants have conveyed all their carbohydrates to the tubers, but the lower leaves of the secondary diseased ones are still full of starch. In this type of plant phloemnecrosis proceeds from the base upward as the external symptoms do; and the stoppage in the translocation of starch is most effectual in the basal leaves. In the primarily deseased plants a little phloemnecrosis is found in the upper part of the stalk and the upper leaves. Here starch transport is inhibited, whereas the lower leaves are empty. The stalk — because of the delay in the transport — has not been able to pass on all its starch to the tubers.

In physiology the old dispute between Hanstein (1860) who supposes the carbohydrates to pass through the phloem-strands and Sachs (1863) who supposes them to pass through the parenchyma has never been settled. The author's observations are strongly in favour of Hanstein.

Whereas the transmission of either of these potato-diseases to the progeny of diseased plants through the tubers takes place without exception, transmission by way of the embryo is rather rare; in the case of tomato-mosaic it sometimes occurs, in the case of tobacco-mosaic it is not known to occur. Allard wonders what efficient barrier may guard the embryo. If we suppose the cause to be a parasite, even an

ultramicroscopic one, it is easy to understand that the embryo is protected from infection. The phloem-strands connect the mother plant with the young tuber, but between the plant and the embryo this connection is interrupted twice, once between the mother plant and the endosperm and the second time between the endosperm and the embryo. The embryo feeds by means of osmosis and can only absorb fluid matter. So there is every reason to agree with ALLARD (1916) that the pathogenic agent is a parasite.

The well known hypothesis of the degeneration of potato varieties as a consequence of continued vegetative reproduction is explained by the fact, that the two diseases, which have been considered as degeneration are always propagated vegetatively by tubers but only exeptionally by sexual reproduction. Further, this hypothesis has been supported by the fact that plants attacked either by phloem-necrosis or mosaic are more susceptible to *Phytophtora infestans* than healthy potato plants of the same variety. There may yet be another reason for the degeneration theory, as the possibility must be admitted that the contagia which cause phloem-necrosis and mosaic will gradually become adapted to varieties which at first were highly resistant.

True leaf-roll or phloem-necrosis, as is to be concluded from the literature, is distributed in all countries, in which the culture of potatoes prevails. Until a short time ago, no data being at hand about its occurrence in France, the author asked FOËX (Paris) to enquire into the matter and was soon informed that it prevailed severely in that country. V. D. GOOT (Buitenzorg) sent from Java, where potato-culture exists on the highlands, specimens with typical phloem-necrosis. Since its relation with the tobacco-mosaic has been stated the mosaic-disease also must be widely spread.

It has been pointed out by OORTWIJN BOTJES (1919) how from susceptible varieties disease-free (not immune!) strains can be isolated; the same method has been applied by him in getting rid of mosaic. By means of selection satisfactory results have been obtained in the province of Frisia in maintaining the well known Frisian Eigenheimer, which is susceptible to mosaic, free from it. This selection is greatly facilitated by the well organised field inspections in that province. At the inception of this organisation (about 1903) only a very crude kind of selection was made by removing diseased „hills"; but gradually certain farmers have systematically selected the best plants, and from each of them they have bred the progeny apart, selecting from it anew the best plant. Some farmers have been fortunate enough to avoid the sources of infection without knowing mosaic to be contagious. But now that they have been informed about the mode of dissemination of this trouble they are better able to avoid re-infection.

One of the most important points in the breeding of new varieties must be to pay close attention to their resistance to mosaic and phloem-necrosis.

Variation in asexual reproduction is much more limited than in sexual. Whether it is possible to obtain really resistant strains by selection only is doubtful. But when sports (mutations) occur it seems possible that variations in suspectibility might be connected with differences in shape and colour of the tubers and growth-habit of the haulm. This part of the problem is still in its infancy.

VERKLARING DER FIGUREN.
EXPLANATION OF PLATES.

Fig. 1.
Blad van een mozaiekzieke Bravo.
Leaf of variety Bravo attacked bij mosaic.

Fig. 2.
Gezond blad derzelfde soort.
Healthy leaf of this variety.

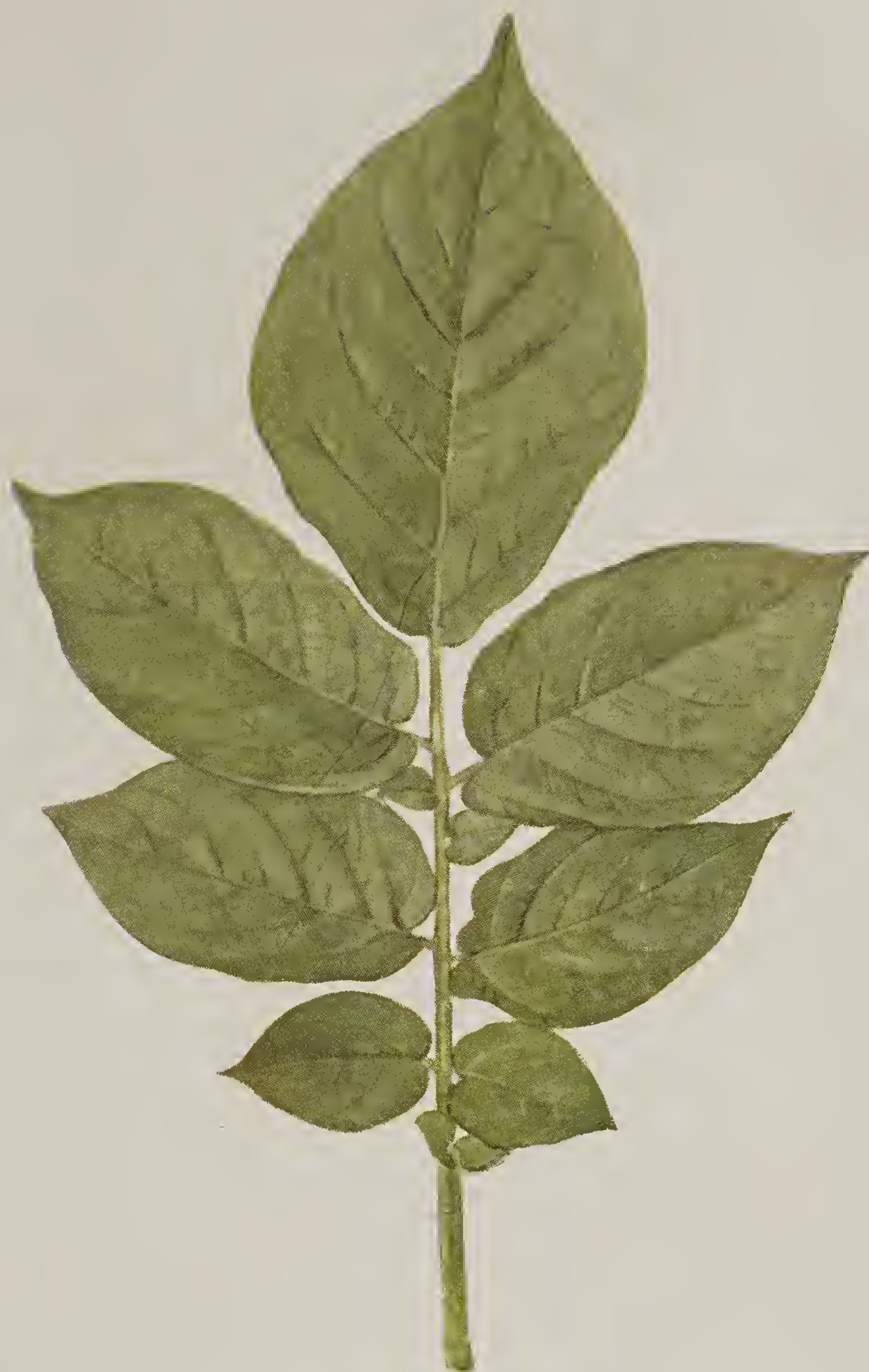
Fig. 3.
Bladrol zooals het zich voordoet bij de hooger geplaatste bladeren van primair zieke of de middelste bladeren van secundair zieke planten der soort Paul Krüger. De roode kleur bevindt zich aan weerszijden nabij de basis der blaadjes.

Leaf-roll (phloem-necrosis) as shown by upper leaves of primary diseased plants or median leaves of secondary diseased plants of variety Paul Krüger; it is characteristic that the red tinge is restricted to the edges of the basal part of the leaflets.

Fig. 4.
Dergelijk blad van een plant der soort Bravo, aan dezelfde ziekte lijdende.

Similar leaf of variety Bravo, attacked by phloemnecrosis; here only a yellow discolouration exists at the edges of the base of the leaflets.


1


2


3


4

Plaat II.

Fig. 5.
Oud gezond Eigenheimer blad.

Healthy older leaf of variety Eigenheimer.

Fig. 6.
Jong blad van de soort Eigenheimer met begin der mozaiekziekte.

Young leaf of this variety with faint symptoms of mosaic.

Fig. 7.
Vergevorderd of welvingsstadium der ziekte bij deze soort.

Advanced stage of mosaic („curl") in this variety.

Fig. 8.
Gezond blad van de soort Zeeuwsche Blauwe.

Healthy leaf of variety Zeeuwsche Blauwe.

Fig. 9.
Blad van een mozaiekzieke Zeeuwsche Blauwe.

Leaf of this variety attacked by mosaic.

Fig. 10.
Gezond blad van de soort Roode Star.

Healthy leaf of variety Roode Star.

Fig. 11.
Blad van een mozaiekzieke Roode Star.

Leaf of this variety attacked by mosaic

Fig. 12.
Blad van een mozaiekzieke Bravo met bijzonder opvallend welvingstype; in dit geval is het bewijs van identiteit met het mozaiek van Pl. I fig. 1 nog niet geleverd.

Peculiar case of mosaic („curl") in variety Bravo.

Fig. 13.
Laag geplaatst vroeg afvallend blad van een mozaiekzieke Bravo met het welvingstype van fig. 12.

Lower leaf of this variety with „curl".

Fig. 14.
Bladvin van een gezonde tomatenplant.

Leaflet of healthy tomato.

Fig. 15.
Bladvin van een mozaiekzieke tomatenplant.

Leaflet of mosaic tomato.

All these different forms of mosaic and curl in different varieties of potatoes are symptoms of one and the same mosaic disease and by transplantion experiments have been proved to be identical with the mosaic shown on Pl. I Fig. 1. Only in the cases of 12 and 13 is there still any doubt as to the identity.



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15

H. Ramaer
1915

Plaat III.

Fig. 16.

Gezonde stengeltop van de soort Eigenheimer
Healthy top of variety Eigenheimer.

Fig. 17.

Mozaiekzieke stengeltop van dezelfde soort met begin van welving.
Mosaic top of this variety.

Fig. 18.

Stengeltop derzelfde soort met vergevorderd stadium der ziekte: sterke welving en ineengedrongen bouw.
Top with advanced stage of disease („curly dwarf") of this variety.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.

Plaat IV.

Fig. 19.

Gezonde plant van de soort Bravo, een maand na het opkomen.

Healthy plant of variety Bravo, one month old.

Fig. 20.

Plant van dezelfde soort, waarin de ziekte pas zichtbaar is geworden een maand na het opkomen.

First symptoms of mosaic in a one month old plant of this variety.



Fig. 19.



Fig. 20.

Plaat V.

Fig. 21.

Gezonde en mozaiekzieke plant van de soort Zeeuwsche Blauwe, twee maanden na het opkomen (begin Juli) dus in den tijd dat de keuring te velde plaats vindt.

Healthy and mosaic plants of variety Zeeuwsche Blauwe, two months old.

Fig. 22.

Blad met het zoogenoemde Acerbont. De bleeke randen door pijltjes aangegeven.

Leaf of variety Eigenheimer with true variegation, a yellowish white band occupying a wide but quite variable area around the margin of the leaf, the normal green being limited to the centre, usually surrounding the midribs and often separated locally from the whitish area by a lighter hazy green. It is not contagious any more than the variegation of *Acer Negundo*.

Fig 23.

Vergevorderd of welvingsstadium der mozaiekziekte bij de soort Bravo, twee maanden na het opkom en (begin Juli) dus in den tijd van de veldkeuring.

„Curl" in the variety Bravo (cf. Pl. II, 12 and 13).

Fig. 24.

Mozaiekzieke plant van de soort Zeeuwsche Blauwe, drie maanden na het opkomen (begin Augustus). De plant ligt bijna geheel plat tegen den grond; de gezonde planten zijn dan nog in vollen fleur en staan overeind.

Older mosaic plant of the variety Zeeuwsche Blauwe. The haulm is procumbent as a consequence of the disease.

Fig. 25.

Blad met het zoogenaamde Aucubabont: de lichte vlekjes door pijltjes aangegeven.

Leaf of variety Paul Krüger with spots varying in colour from light green to yellowish white, resembling the variegated *Aucuba japonica*.

Fig. 26.

Roode Star met vergevorderd of welvingsstadium der mozaiekziekte en gezonde plant derzelfde soort twee maanden na het opkomen.

Variety Roode Star with advanced stage of mosaic, and a healthy plant of same age.



Fig. 21.



Fig. 22.



Fig. 23.



Fig. 24.



Fig 25.



Fig. 26.

Plaat VI.

Fig. 27.

Proef met Bravo planten (op zwaren klei) om na te gaan hoever zich bladrol en mozaiek daarin verspreiden (Hoofdstuk III, 3, blz. 13)

The upper row of circles represents an isolated row of plants growing in 1917 on heavy clay, being the progeny of one plant. The two black circles represent plants attacked by phloem-necrosis, the six gray ones by mosaic. Of one of these (the sixth) only some stalks are mosaic. Under each of the circles a vertical row of five circles is drawn, representing the asexual progeny in 1918 of the corresponding plant in 1917. It is seen from the progeny of 1918 that phloem-necrosis spread in 1917 to the next neighbour, and even has infected the then following neighbour so slightly that the disease is appreciable in the sprouts of its progeny. The extension of mosaic to the neighbouring plants occurred in an entirely analogous way: the partially infected plant produced entirely diseased offspring. Generally the mosaic proceeds to the next neighbour; in exeptional cases the following neighbour is also infected.

Fig. 28.

Proef met Bravo en Paul Krügerplanten (op lichteren grond), waaruit blijkt, dat de mozaiekbesmetting door een in den grond aangebrachte afscheiding wordt tegengehouden (Hoofdstuk III, 4, blz. 14).

The two vertical rows of circles each represent a row of five mosaic plants of the variety Paul Krüger, growing on sandy soil; the two horizontal rows are healthy plants of the variety Bravo. In the left plot an iron partition was fixed into the soil to a depth of more than one yard; in the other plot (situated at some distance) the roots of the healthy and diseased plants could mingle. The next year the whole progeny of the left plot was still healthy; the whole offspring of the Bravo of the right plot was diseased.

Fig. 29.

Proef met Paul Krüger planten, genomen in 1915 en '16, waaruit blijkt, dat de bladrolbesmetting door den grond en niet door de lucht gaat. (Hoofdstuk III, 4, blz. 14/15).

In 1915 a row of tubers attacked by phloem-necrosis and a row of healthy ones were planted side bij side (on the left). Between them above the ground a double wire screen was erected, so that the roots could reach each other, but the haulms could not. On another plot (on the right) a row of tubers attacked bij the same disease was planted at the side of a trench in which healthy plants were placed in pots. Each pot was wrapped in „wood-wool", so that the roots could not reach those of the diseased plants; the haulms, however, could touch each other. In 1916 all the healthy plants of the first plot produced diseased progeny, whereas all the pot-plants of the other plot had healthy offspring.

Fig. 30.

De beide rijen Paul Krügers van de linkerhelft van fig. 29 zijn hier gephotographeerd; voor het dubbele kippengaas ziet men de zieke planten, daarachter de gezonde.

Photo of the row of diseased plants, separated from the row of healthy ones by means of double iron wire (cf. 29).

Fig. 31.

Op den voorgrond de zieke Paul Krügers van de rechterhelft van fig. 29; daarachter in potten, omgeven door houtwol (door pijltjes aangeduid) en in een greppel geplaatst de tien gezonde planten. Deze groeien weinig, zooals bij potplanten in den regel het geval is.

Photo of the row of healthy plants separated from the row of diseased ones by means of a trench, pots and „wood-wool" (cf. 29).



Fig. 27.

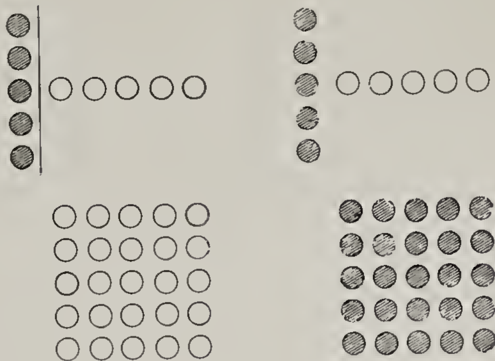


Fig. 28.

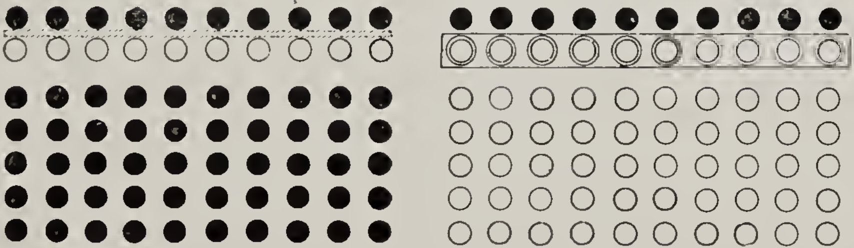


Fig. 29.

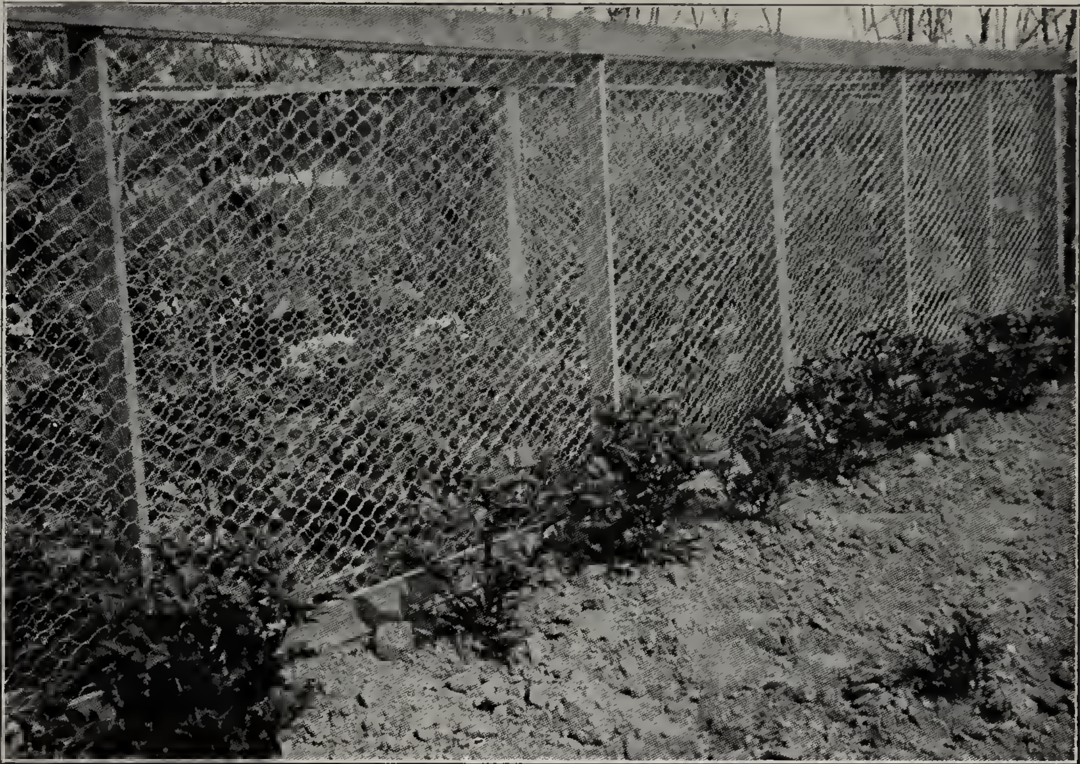


Fig. 30.



Fig. 31.

Plaat VII.

Fig. 32.

Zinken kastjes proef over bladrol in 1915 en '16 (Hoofdstuk III, 5, blz. 15).

Cases of zinc below and glass above in which two potato-plants, a healthy one and a leaf-rolled one, grew side bij side (cf. 34). In the first two cases the roots could mingle but the haulms were separated by a glass partition. In the following two cells the roots were separated by pots, whereas the foliage could mix; in the last two cells both roots and haulms were separated. The result in 1916 was that contamination had only occurred there where the roots could mingle.

Fig. 33.

Dezelfde proef over de mozaiekziekte in 1917 en '18 (Hoofdstuk III, 5 blz. 15).

The same experiment with mosaic. In each pair of cases the varieties Blauwe and Eigenheimer were used alternately as sources of infection. The healthy plants, which were exposed to infection. were of the variety Eigenheimer. No matter which variety was used as source of contamination, the Eigenheimer in every case caught the disease, where the roots were exposed to it; it did not or exeptionally, where the foliage was exposed. From this it is clear that the mosaic of each variety is identical. Whereas in 1917 the Eigenheimer used as source of infection had the mild or „mosaic" form of disease, in 1918 it had strengthened into the „curly dwarf" form (indicated by a darker gray colour). The newly infected plant had weak mosaic in 1918. Hence the passing from mosaic to „curly dwarf" is proved. The variety Blauwe is not able to assume the „curly dwarf" form allthough it may be very diseased, the disorder retains the mosaic form.

Fig. 36.

Transplantatieproef (Hoofdstuk III, 6). Links de gezonde controlehelften, in 't midden de getransplanteerde knollen, rechts de zieke controlehelften.

On the right six halves of diseased tubers, the other half of each of which was transplanted to half a sound tuber (in the middle). On the left the six control halves of the sound tubers. The transplanted sound halves united with the diseased halves by means of the phloem portions of their vascular rings. After being planted the shoots from the sound halves proved to be contaminated.

Fig. 34.

Photo der zinken kastjes in dezelfde volgorde als in fig. 32 en 33.

Photo of the cells of 32 and 33.

Fig. 35.

Nateelt in 1916 van de zinken-kastjes-proef over bladrolziekte in 1915 begonnen. Men ziet met elkaar afwisselend rijen van gezonde en rijen van zieke planten, vormende de nateelt der beide middelste kastjes van fig. 33. Een van de rijen zieke planten door pijltjes aangegeven.

Photo of the result of experiment 32 in the year 1916. The arrows indicate a row of plants, representing the offspring of the plant in the third cell, which in 1915 had served as source of infection. It was planted between the two healthy rows of descendants of the plants which were protected from contamination by a pot.

Fig. 37.

Transplantatieproef. Links een gezonde controlehelft, in 't midden een getransplanteer e knol, rechts een zieke controlehelft.

In the centre a combination of a sound half and a diseased one the other halves are to be found on the left and the right.

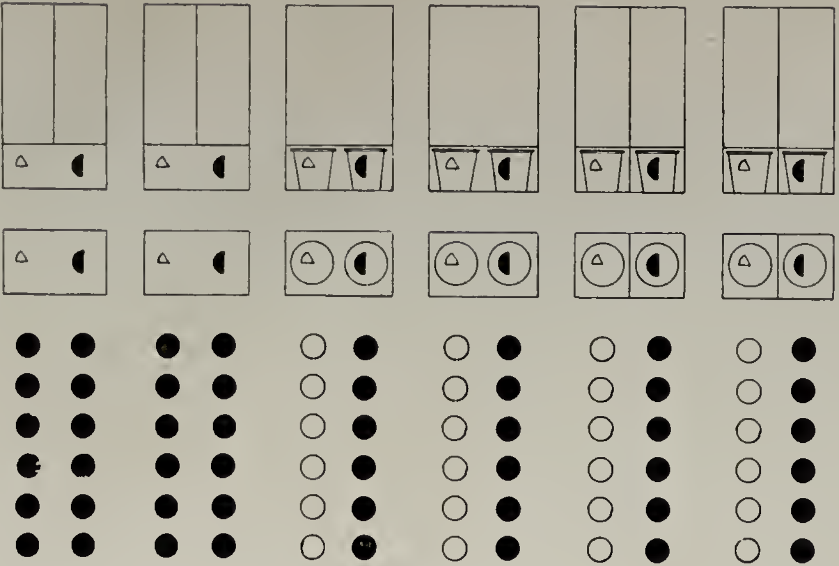


Fig. 32.

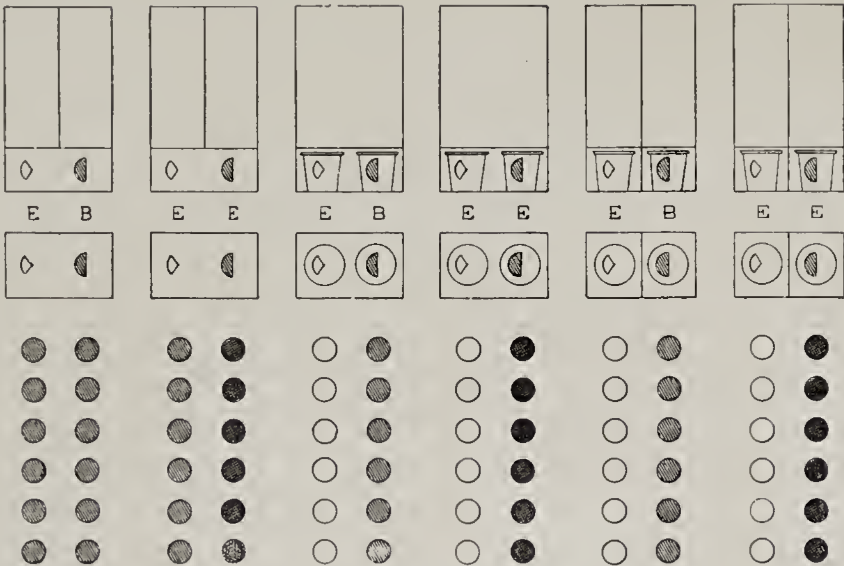


Fig. 33.



Fig. 36.



Fig. 34.



Fig. 35.



Fig. 37.

PLAAT VIII.

Fig. 38.

Enting in 1917 van mozaiekzieke tabak op den hoofdstengel (eenigszins naar rechts gebogen) van een tomatenplant. De naar boven gerichte onder de entplaats uitloopende okselspruit begint twee weken na de enting ziek te worden, hetgeen in de photo zichtbaar is aan de welving van de jonge blaadjes.

Graft of mosaic tobacco (a) on the main stem of a tomato plant; the first axillary shoot (b) below the graft sprouted vigorously upward and showed mosaic two weeks after grafting.

Fig. 39.

Enting in 1918 van mozaiekzieke Zeeuwsche Blauwe aardappel op hoofdstengel van tomatenplant. Overgang der ziekte in de toppen der hard groeiende zijspruiten na drie weken.

Graft of mosaic potato (a) on healthy tomato; he vigorously growing axillary shoot showed symptoms of mosaic three weeks afterwards; one of the diseased leaves is indicated by b.

Fig. 41.

Aardappels, die na overwintering op een diepte van een halve M. geen spruiten, maar wel nieuwe knollen voortbrengen, in welke het contagium tot den tweeden zomer kan blijven leven.

That the contagium lives as a saprophyte in the soil is not probable. It may occasionally pass in the soil two winters, depending upon living parts of the potato as is shown by these tubers, which, after having passed the first winter at a depth of more than half a yard, produced no stalks, but only tuber bearing stolons.

Fig. 40.

Door enting met aardappel mozaiek geworden blad van de plant van fig. 39 met de nabij de punten typisch versmalde blaadjes, zooals die tengevolge van sterke infectie bij tabak en tomaten optreden.

One of the leaves of the plant of 39, with mosaic originating from potato.

Fig. 42.

Aardappelbladeren beschadigd door wantsen (Lygus sp.).

Injury caused by Lygus sp. (Capsid bug) which is sometimes confounded with mosaic. It is found in the neighbourbood of brushwood or meadows and charactirised bij little punctures and holes.

Voor fig. 43 zie fig. 3 op blz. 100 van deel XVI van dit tijdschrift voor fig. 44 zie fig. 4, voor fig. 45 zie fig. 5 op blz. 101.

For pl. 43 cf. pl. 3 p. 100 of Vol. XVI of this journal, for pl. 44 cf. pl. 4, for pl. 45 cf. pl. 5 on p. 101 (Sur la fonction du tissu criblé.)



Fig. 38.



Fig. 39.



Fig. 41.



Fig. 40.



Fig. 42.

HET STERILISEEREN VAN GROND DOOR MIDDEL VAN STOOM.

DOOR

Ir. M. W. Polak.

INLEIDING.

Het steriliseeren van grond wordt in sommige gevallen toegepast, als middel ter bestrijding van een vermindering van den opbrengst. Over de invloeden die het steriliseeren onder bepaalde omstandigheden op de opbrengst van den bodem ten goede blijkt te kunnen uitoefenen, is nog betrekkelijk weinig met zekerheid vastgesteld. Deze invloeden, die op bacteriologisch, natuurkundig, plantkundig, phytopathologisch en scheikundig terrein gezocht kunnen worden, zullen hier niet besproken worden. Ik stel mij uitsluitend ten doel, de technische zijde van het vraagstuk te behandelen, waarbij ik tevens enkele proeven zal vermelden, die in 1917 op de kweekerij „de Roghorst" te Wageningen zijn genomen.

Een nadere bespreking van de technische zijde van het steriliseeren kan ook misschien daarom van nut zijn, omdat in de literatuur over dit onderwerp, hier en daar minder juiste voorstellingen voorkomen, die belemmerend zouden kunnen werken op een doelmatige toepassing van dit hulpmiddel.

De vraag, die ons in hoofdzaak zal bezighouden, is dus: Hoe kan men grond steriliseeren en hoe berekent men de kosten van deze bewerking?

METHODEN VAN STERILISATIE.

Afgezien van de chemische methoden, die ik hier buiten beschouwing laat, kunnen de volgende manieren worden toegepast.

I. *Verwarming van den grond door middel van een vuur.*

a. Door hout op den grond uit te spreiden en te verbranden.

Deze in Amerike toegepaste methode komt voor ons land niet in aanmerking en heeft bovendien het principieele nadeel, dat men plaatselijk ongewenscht hooge temperaturen krijgt.

b. Door het vuur niet direct met den grond in aanraking te brengen, maar te stoken op een rooster in een vuurhaard en de warmte van het vuur op den grond te doen afstralen. De geheele inrichting kan op wielen geplaatst worden, zoodat men telkens een ander stuk grond kan bewerken, door het toestel te verplaatsen. Behalve dat dergelijke werkwijzen zich in het algemeen meer leenen tot oppervlakkige sterilisatie heeft men ook hier de temperatuur niet voldoende in de hand. Overigens is deze methode (b.v. bij toepassing in kassen, o.a. met het oog op den afvoer der verbrandingsproducten) onpraktisch en kan dus verder buiten beschouwing blijven.

II. *Door middel van stoomverwarming.*

Deze methode heeft direct het groote voordeel, dat men een constante en praktisch bruikbare maximum temperatuur verkrijgt. Natuurlijk moet men over een stoomketel met eenige overdruk beschikken. Stoomsterilisatie wordt op de volgende drie manieren toegepast:

a. Door middel van de zoogenaamde „steam rake".

Dit is een toestel dat doet denken aan een hark, die inplaats van tanden buisjes heeft, die van onderen open zijn. Door deze buisjes, die in den grond worden gebracht, wordt stoom gevoerd, die dus in den grond wordt geblazen. De hark wordt langzaam verplaatst.

Deze manier heeft weinig toepassing gevonden en wel, naar wordt opgegeven, omdat er te veel stoomverlies plaats heeft. Dit is ook wel begrijpelijk. De stoom die b.v. 15 c.M. onder de oppervlakte, uit de buisjes in den grond treedt, zal natuurlijk de makkelijkste weg kiezen om te ontsnappen en zal dus grootendeels langs de vrijwel vertikaal in den grond staande buisjes een uitweg zoeken. Tusschen buisjes en grond zullen n.l., ook al tengevolge van het verplaatsen, vrij belangrijke openingen aanwezig zijn, waardoor de stoom zonder nut te hebben gesticht aan de oppervlakte komt en in de buitenlucht verdwijnt.

b. Door middel van de „inverted pan".

Dit principe schijnt in Amerika (o.a. bij de tabakscultuur) veel met succes te worden toegepast. Het heeft het voordeel, dat het vrij eenvoudig is, vooral met het oog op het verplaatsen

der installatie; dit laatste is van belang, daar de stukken die men er mede bewerkt (b.v. 6 M^2) klein zijn en men dus dikwijls moet verplaatsen om een eenigszins groot terrein te kunnen bewerken. De bedoelde methode kan in het kort als volgt nader worden beschreven.

Men neemt een houten (of gegalvaniseerd ijzeren) kist (pan) die ongeveer drie meter lang, twee meter breed en 15 c.M. diep wordt genomen en die aan één zijde open is. Een kist dus, die door middel van een deksel 3 M. lang en 2 M. breed zou kunnen worden afgesloten, maar waarvan dit deksel is weggelaten. Deze kist wordt nu met de open zijde naar onderen op den grond geplaatst. Wij krijgen dan boven den grond een geheel afgesloten ruimte, waarvan de onderwand door den grond wordt gevormd. In deze ruimte wordt door middel van een buis, die door een der zijwanden van de kist heen gaat en in die ruimte uitmondt, stoom toegelaten van uit een ketel van een (verplaatsbare) locomobiel. In de toevoerleiding bevindt zich een afsluiter om de toevoer van den stoom te regelen.

De binnentredende stoom condenseert onmiddellijk tegen den grond en de wanden van de kist. Door deze laatste van hout te maken of door middel van dekkleeden, die over de kist worden gelegd, te isoleeren, worden de uitstralingsverliezen zooveel mogelijk beperkt en zal de condensatie tegen de wanden van de kist grootendeels ophouden, zoodra deze op temperatuur zijn gekomen. De stoom zal nu in hoofdzaak haar warmte verder aan den grond afstaan (warmte die voornamelijk tengevolge van de condensatie vrij komt) en deze zal van boven af, langzamerhand dieper en dieper op temperatuur worden gebracht. Al naar gelang men een dikkere of dunnere laag wenscht te steriliseeren (en dit geldt ook voor de andere methoden) zal de bewerking langer of korter moeten worden volgehouden. De duur van de bewerking hangt verder af van de grootte van de kist in verhouding tot de grootte van de beschikbare ketel en van den tijd, die men de grond aan de sterilisatie temperatuur wenscht bloot te stellen. *)

---

*) E. J. Russel en T. R. Petherbridge geven in de Journal of agricultural science Vol V 1912—1913 blz. 91 op, dat bij de hierbedoelde gedeeltelijke sterilisatie van grond door middel van stoom een temperatuur van 96°—98° gedurende twee uur het meest werkzaam is gebleken.

Men vindt daaromtrent echter vrij uiteenloopende opgaven. In: Methods of soil sterilisation for Plantbeds and Greenhouses door A. D. Selby en J. G. Humbert (Ohio Agricultural Experiment Station circulair 151) wordt opgegeven, dat een temperatuur van 82° tot 100° gedurende één uur of langer moet worden onderhouden.

In Amerika gebruikt men ook wel eens als criterium eenige aardappelen, die in den grond worden gestopt; als deze gaar zijn wordt de sterilisatie voldoende geacht.

Nadat de stoom lang genoeg is toegelaten sluit men deze af en laat men meestal de pan nog geruimen tijd staan, waardoor de grond minder warmte kan uitstralen en dus langer op temperatuur blijft, dan wanneer de pan direct wordt weggenomen.

Wil men op deze wijze toch geregeld kunnen doorwerken, dan is het noodig dan men over twee of drie van dergelijke pannen beschikt, waarvan er dan altijd één onder stoom kan staan; terwijl dus één pan aangesloten is op den ketel kan een andere pan verplaatst worden naar een nieuw te bewerken stuk, na eerst nog een tijd op zijn oorspronkelijke plaats te hebben gestaan, om de bovenbedoelde afkoeling tegen te gaan. Dit verplaatsen geschiedt door eenige mannen, die de pan met behulp van staven, die in daarvoor bestemde oogen worden gestoken, oplichten en wegdragen.

Men kan ook de pan voorzien van wielen, die met een hefboom omlaag kunnen worden bewogen en op deze wijze de pan lichten en wegrijden.

c. Door stoom te voeren door geperforeerde buizen, die onder den grond zijn aangebracht (ingegraven).

De buis, of het buizensysteem, wordt weer aangesloten op den stoomketel en de stoom treedt op vele plaatsen, door kleine gaatjes, in den grond die de buizen omringt. Het buizensysteem wordt dan (evenals de pan) telkens op een andere plaats gebracht. *) Dit verplaatsen gaat in het algemeen moeilijker dan bij de pan en het is bij keuze van het buizensysteem van veel belang er op te letten, dat het verplaatsen handig kan geschieden. Men heeft verschillende typen van buizensystemen geconstrueerd en proeven genomen welk aantal en welke lengte enz. de beste resultaten gaven, met het oog op het brandstofverbruik. Deze proefnemingen hebben m.i. weinig zin, *daar tal van buizensystemen volkomen gelijkwaardig zullen zijn in dit opzicht.* Indien er slechts aan voldaan is dat het systeem geen bijzondere aanleiding geeft tot afstaan van warmte aan diepere lagen (die men niet wenscht te steriliseeren) of tot andere warmteverliezen is overigens elke systeem, wat dit aangaat, even goed. Of men al of niet dwarsbuizen aanbrengt, of men de stoom op één of twee plaatsen toelaat en al dergelijke dingen zijn niet van principieele beteekenis. Ook de afmetingen van de buizen kunnen tamelijk veel uiteenloopen en moeten

*) In „The Fruit-Grower'' wordt door Emplage een methode beschreven waarbij de grond en de geperforeerde buizen in een kist zonder deksel of bodem en met makkelijke losneembare wanden wordt gebracht en dan gesteriliseerd. Deze methode, die een verbetering zou zijn van de ook wel eens toegepaste manier om de grond naar een vaste put te brengen waarin een buizenstel, lijkt mij niet praktisch.

dit feitelijk ook, omdat deze verband houden met het gekozen systeem (de grootte van de ketel) de stoomdruk e.d.

Ook hier zal men, evenals bij de „panmethode", eenige stellen tegelijk ter beschikking moeten hebben, om geregeld met steriliseeren te kunnen doorgaan.

Ten einde de moeilijkheden van het telkens verplaatsen te ontgaan, zou men kunnen overwegen een groot vast buizenstelsel onder den grond te leggen. Misschien zou het bij nieuwbouw van kassen, waar behoefte aan sterilisatie wordt verwacht zin hebben te trachten een vast buizensysteem aan te brengen, dat tevens voor andere doeleinden (toevoer van water, draineeren, geringe verwarming van den grond) gebruikt zou kunnen worden. Bij het steriliseeren van grond op de Roghorst, werd de geperforeerdebuismethode toegepast. Voor de keuze van het systeem, heb ik mij laten leiden door de bovenbedoelde eischen van eenvoud. Ik heb eenvoudig één lange geperforeerde buis gebruikt; de zijdelingsche verplaatsing van deze buis werd op zeer eenvoudige wijze mogelijk gemaakt, door direct achter de buisleiding die van de stoomketel naar de kas voerde, twee rechtopstaande buizen aan te brengen, die scharnierend door kniestukken waren verbonden en op deze wijze een soort „passer" vormden. (zie pl. IX). Het uiteinde van het eene been van de vertikaal staande „passer" was (scharnierend) verbonden aan de buis die van den ketel kwam en bleef (op den grond) op zijn plaats, terwijl aan het uiteinde van het andere been (ook draaibaar) de buis verbonden was, die voor het steriliseeren diende en iets in den grond was ingegraven. Deze laatste buis stond dus loodrecht op het vlak dat door de beenen van de „passer" kan worden gebracht en lag horizontaal in de lengterichting van de kas. Wenschte men nu deze buis in breedte richting te verleggen, dan werden de beenen van de „passer" meer of minder ver van elkaar gebracht. Op deze wijze kon men elke gewenschte plaats in breedte richting bereiken.*)

Wil men in lengterichting van de kas verder gaan met steriliseeren, dan moet in de toevoerleiding van de ketel een nieuw

---

*) De gebruikte buis voor het steriliseeren was 8,5 M. lang had 2,5 c.M. inwendige diameter en was op afstanden van 20 c.M. voorzien van gaatjes die ongeveer 3 m.M. wijd waren. De gaatjes lagen onder. De wijdte van de buizen moet zoodanig zijn, dat de verdeeling van de stoom over de verschillende gaatjes regelmatig is. Het spreekt vanzelf, dat dit niet het geval is, als men de buizen lang en nauw en de gaatjes groot kiest. De gaatjes moeten behoorlijk klein zijn (al te klein zou aanleiding kunnen geven tot verstoppen) terwijl de wijdte van de buizen overigens verband houdt met de grootte van den ketel de lengte van de buizen e.d. De wijdte der buizen is dus in het algemeen moeilijk aan te geven en zal voor elk systeem afzonderlijk moeten worden gekozen.

stuk buis worden ingekoppeld. Iets dergelijks moet men echter bij andere systemen ook doen.

III. *Door middel van verwarmde lucht.*

Deze manier, die voor zoover mij bekend is, niet voor sterilisatie wordt toegepast, heeft het bezwaar dat de lucht eerst verwarmd moet worden (wat met verliezen gepaard gaat) dat men een vermoedelijk niet onbelangrijke ventilatorinrichting en wijd buizenstelsel noodig heeft en dat de overdracht van warmte van lucht op grond veel moeilijker gaat dan van stoom op grond. Door genoemde en andere bezwaren zal deze methode dus wel geen toepassing vinden en zou er alleen aan kunnen worden gedacht, indien de maximum temperatuur laag zou moeten zijn of de grond droog zou moeten blijven.

BEREKENING VAN DE BENOODIGDE HOEVEELHEID WARMTE.

De theorie van het vraagstuk is vrij eenvoudig. Het einddoel is een zekere hoeveelheid grond op bepaalde temperatuur (b.v. 90^0 à 100^0) te brengen en eenigen tijd op temperatuur te houden. Gebruikt men stoom, dan is (afgezien van warmteverliezen door uitstraling geleiding e.d.) de hoeveelheid benoodigde stoom noodig om een bepaald quantum grond, waarvan de eigenschappen bekend zijn, te steriliseeren, eenvoudig te berekenen. Deze theoretische hoeveelheid, die onafhankelijk is van de te volgen methode, moet echter worden gecorrigeerd door het in rekening brengen van de warmteverliezen, die ontstaan doordat warmte wordt afgestaan aan diepere lagen en aan de buitenlucht, zoowel gedurende het op temperatuur brengen als gedurende het op temperatuur houden van den grond. Het te kiezen systeem van werken zal met het oog op de economie, moeten voldoen aan den eisch, dat bedoelde verliezen zoo klein mogelijk zullen zijn. Wij zullen nu eerst de theoretische hoeveelheid berekenen en dan de verliezen in rekening brengen. Dit laatste kan men op twee manieren doen. Men kan de theoretische hoeveelheid met een zeker getal vermenigvuldigen (een getal dat op grond van proefneming moet worden bepaald) of men kan bij de theoretische hoeveelheid een bepaald bedrag optellen. (ook proefondervindelijk te bepalen). Hoewel beide manieren, omdat zij gebruik maken van een proefondervindelijk te bepalen getal, dat onder bepaalde omstandigheden wordt gevonden en voor afwijkende omstandigheden (b.v. de duur van de bewerking) een andere waarde zou moeten hebben, onzuiver zijn, meen ik toch dat

laatste manier meer kans biedt om een bruikbare praktische formule te krijgen, dan de eerste. Vermenigvuldigt men n.l. de theoretische hoeveelheid met een bepaald getal, dan wil dit feitelijk zeggen dat men de warmteverliezen evenredig stelt met de theoretische hoeveelheid. Daar, zooals blijken zal, deze laatste in hoofdzaak afhangt van soortelijke warmte en soortelijk gewicht van den grond en diepte van bewerking en de warmteverliezen met deze grootheden volstrekt niet evenredig zullen zijn, is vermenigvuldigen m.i. ongewenscht. Telt men bij de theoretische hoeveelheid b.v. per M^2 een bepaald getal op, dan neemt men feitelijk aan, dat de verliezen per M^2. constant zijn. Ook dit is natuurlijk niet het geval; maar, daar de warmteverliezen in hoofdzaak afhangen van grootheden die in verschillende gevallen niet zeer ver uiteen zullen loopen en vooral niet als men ongeveer een zelfde werkwijze volgt, zal ik deze methode volgen om tot een eenvoudige praktische benaderingsformule te geraken.

De theoretische hoeveelheid stoom, noodig voor het steriliseeren van 1 M^2 oppervlakte, kan als volgt worden bepaald.

Noem de dikte van de laag die men wenscht te steriliseeren *d*, het aantal graden dat men den grond wenscht te verhitten *t*, het soortelijk gewicht van den grond *s* en de soortelijke warmte *c**) dan is het aantal KG. caloriën dat men per M^2 noodig heeft

$$Q = 10\, d\, s\, c\, t \qquad (1)$$

waarbij de dikte *d* uitgedrukt is in c.M.

Deze dikte van de te bewerken laag moet naar behoefte worden aangenomen en zal b.v. 30 a 40 c.M. kunnen bedragen. De temperatuur *t*, zal ongeveer tusschen 90^0 en 100^0 kunnen worden gesteld, terwijl *s* en *c* moeten worden bepaald. Dit laatste kan zonder veel moeite geschieden.

Voor onze berekening kan *s* voldoende nauwkeurig worden bepaald door eenige malen een bepaald volume grond (in den toestand zooals hij voorkomt) te wegen. Het gewicht van een liter grond in K.G., geeft het hier bedoelde getal *s*.

Voor de bepaling der soortelijke warmte, die, ook in verband met de vochtigheidstoestand, in verschillende gevallen nog al uiteen kan loopen, heb ik bij de proeven op de Roghorst de volgende eenvoudige methode toegepast, waarbij men slechts eenvoudige hulpmiddelen noodig heeft.

In een maatglas werd een bepaalde hoeveelheid water (b.v. 150 c.M^3) van bepaalde temperatuur geschonken. Al roerende

---

*) Soortelijke warmte en S. G. beide genomen van den grond, zooals deze op het moment van steriliseeren is.

met de thermometer laat men dit enkele graden afkoelen (b.v. tot juist 80^0). Op dit moment wordt, altijd langzaam roerende, een zekere hoeveelheid grond (b.v. 50 gram) in het water gebracht. Na één, twee, drie en vier minuten wordt de temperatuur afgelezen en genoteerd.

Daarna herhaalt men de proef, *letterlijk op dezelfde wijze*, alleen met dit verschil, dat men in plaats grond, water toevoegt van dezelfde temperetuur als de grond bij de eerste proef. De hoeveelheid water *regelt men zoodanig* dat na één minuut dezelfde temperatuur wordt bereikt als bij de eerste proef; voor controle leest men dan ook nog de temperatuur na twee, drie en vier minuten af. Als de temperaturen der beide proeven goed met elkaar kloppen, dan kunnen wij zeggen, dat bij de eerste proef de grond precies evenveel warmte heeft opgenomen als het water dat bij de tweede proef is toegevoegd, terwijl ook de temperatuur van beide evenveel is gestegen. Deelt men dus het gewicht van het bijgevoegde water, door het gewicht van de hoeveelheid grond, dan vindt men de soortelijke warmte van den grond. Men heeft hier feitelijk bepaald met hoeveel water een bepaalde hoeveelheid grond bij deze proeven equivalent was.*)

Willen wij nu het aantal KG. stoom S_t kennen, dat theoretisch voor de sterilisatie van 1 M^2 noodig is en bedenken wij dat 1 KG. stoom afgekoeld tot water van ongeveer 100^0, circa 550 caloriën kan leveren, dan kunnen wij in verband met (1) schrijven

$$S_t = \frac{Q}{550} = \frac{10\ d\ s\ c\ t}{550} \qquad (2)$$

Stellen wij *t* die tusschen 90 en 100^0 zal liggen eens 96^0, dan vinden wij ongeveer:

$$S_t = 1{,}75\ d\ s\ c \qquad (3)$$

Het aantal KG. stoom dat *praktisch* noodig is, S_p noemende vinden wij:

$$S_p = 1{,}75\ d\ s\ c + V \qquad (4)$$

waarin V dan het aantal KG. stoom voorstelt dat per M^2 op

*) Boven beschreven methode ter bepaling van de soortelijke warmte zonder gebruik te maken van een calorimeter, gaf nauwkeuriger uitkomsten dan ik verwachtte. Ten einde de nauwkeurigheid dezer methode nader te toesten, heb ik dank zij de welwillende hulp van Prof. Dr. D. v. Gulik, de uitkomsten volgens deze manier kunnen vergelijken met een calorimetrische bepaling. Voor kopervijlsel (een stof die beter dan grond geschikt is voor calorimetrische bepaling) vond ik een s.w. van 0,094, terwijl Prof. v. Gulik (calorimetrisch) 0,095 vond.

Opgemerkt kan nog worden, dat men, in plaats van een bepaald *gewicht* grond, bij bovenstaande methode toe te voegen, ook met een bepaald *volume* zou kunnen werken. Men zou dan direct het product s c kunnen bepalen.

rekening van de verliezen moet worden gesteld. Volgens proeven op de Roghorst genomen kan V, bij flink doorgesteriliseerde grond, op ongeveer 17,5 KG. worden gesteld, een getal dat geenszins aanspraak maakt op groote nauwkeurigheid, o.a. omdat de waarde van *d* waarmede gewerkt is moeilijk precies is vast te stellen. De eindformule voor S_p wordt dus:

$$S_p = 1{,}75 \ d \ s \ c + 17{,}5 \qquad (5)$$

Noemen wij nu het aantal KG. steenkolen dat per M^2 praktisch noodig is K en nemen wij aan, dat de ketel zevenvoudige verdamping heeft (d. w. z. met 1 KG. kolen maakt men 7 KG. stoom) dan vinden wij voor K:

$$K = \frac{d \ s \ c}{4} + 2{,}5 \qquad (6)$$

Bij de proeven op de Roghorst was *d* ongeveer 40 c.M. *s* was 1,2 en *c* was 0,35 zoodat voor K gevonden wordt 6,7 KG.

Het aantal KG. stoom per M^2 noodig bedroeg bij de hier bedoelde proef ongeveer 47 KG.

Het kolenverbruik *zal gunstig kunnen worden beinvloed* door te zorgen dat de grond zoo droog mogelijk is, daar vochtige grond een hoogere soortelijke warmte heeft dan droge; indien de grond in goede kruimelachtige toestand verkeert, zal dit *een gunstige invloed* op de grootte der verliezen hebben, omdat de warmte zich dan gelijkmatig kan verdeelen.

Na bovenstaande uiteenzettingen is het misschien gewenscht enkele der m. i. minder juiste denkbeelden te vermelden die in verschillende artikelen over sterilisatie tot uiting komen.

Belangrijk is, dat door verschillende schrijverswordt opgegeven dat de stoomdruk vooral niet te laag mag zijn. Deze bewering dat de stoomdruk b.v. niet minder mag bedragen dan 5 atmospheeren *is volkomen ongemotiveerd.* Aannemende dat voor de sterilisatie geen hoogere temperaturen dan 90° tot 100° vereischt worden, is de temperatuur van verzadigde stoom van atmospherischespanning (100°) al voldoende; de overdruk die de stoom in den ketel moet hebben is dan alleen noodig om het vereischte quantum door de buizen te drijven en de weerstanden, die bij het snel stroomen door betrekkelijk nauwe leidingen optreden, te overwinnen. Heeft men toevallig een ketel met hooge spanning ter beschikking dan zou men met nauwere (en dus goedkoopere) toevoerleidingen kunnen volstaan, dan wanneer de ketel slechts voor lage druk geschikt was. Moet men echter de ketel speciaal voor het steriliseeren aanschaffen dan zal men natuurlijk een ketel voor lage druk nemen, omdat de ketel zelf dan goedkooper kan zijn. Indien men de buisleidingen behoorlijk kiest is er m.i.

geen enkel bezwaar om met een overdruk van b.v. één atmospheer een goed werkende installatie te verkrijgen.

In Farmers' Bulletin 996, Juli 1918, vindt men b.v. een artikel over „Steam Sterilisation" waar op blz. 11 wordt gezegd: „It is desirable to maintain a pressure in the boiler of 100 pounds and if pressure drops below 70 pounds the steam should be shutt off, as this is the minimum of succesfull sterilisation. Steam of high pressure has much greater penetrating power than steam of low pressure...." enz.

Vermoedelijk heeft de schrijver bij een of andere bepaalde proefneming opgemerkt, dat bij lager stoomdruk dan 70 pond (per vierkante Engelsche duim) het werk niet goed vlotte en de stoom moest worden afgesloten. Het kan echter zeer goed zijn, dat dit noodig was omdat de ketel te klein was in verhouding tot de daarop aangesloten pan. Als een ketel veel stoom moet leveren (d. w. z. meer dan met de grootte van het verwarmend oppervlak overeenkomt) daalt de spanning en kan de stoker, zooals de term luidt, geen stoom meer houden. Een *grootere* ketel, (ook met *minder* druk) zou echter dan met zeer veel succes het werk wel vlug genoeg hebben kunnen doen. Het zou dus totaal onjuist zijn het niet vlotten van het werk in een dergelijk geval te wijten aan het dalen van den stoomdruk; de te geringe grootte van de ketel is in het hier bedoelde geval uitsluitend de fout van de installatie.

Ook de bewering dat stoom van hooge druk meer „penetrating power" zou hebben is curieus; deze uitspraak doet vermoeden dat de schrijver meent, dat ook in de pan een dergelijke hooge stoomdruk zou heerschen. In werkelijkheid kan in de pan praktisch totaal geen overdruk van eenige beteekenis heerschen. Niet alleen is dit te begrijpen, uit het feit dat de stroom onmiddellijk tegen den grond condenseert, maar dit blijkt bovendien als men bedenkt dat een overdruk van ongeveer $\frac{1}{600}$ atmospheer in de pan, al in staat zou zijn een dergelijke pan op te lichten.

Men moet zich dus door soortgelijke redeneeringen over een bepaalde minimum stoomdruk die noodig zou zijn niet op een dwaalspoor laten brengen.

Dezelfde schrijver merkt op blz. 6 nog iets op dat ook niet getuigt van inzicht in hetgeen er gebeurt. Hij zegt: „Where there is frost in surface soil the steam does not penetrate more than a few inches, because of the condensation of the steam in the cold ground." Dit is natuurlijk totaal onjuist, het is juist de condensatie van de stoom, die wij noodig hebben en die het verwarmen van den grond bewerkt. Als de grond wat bevroren is zal het steriliseeren wat langzamer gaan en er zal wat meer

warmte noodig zijn (de theoretische hoeveelheid zou b.v. nog met de warmte noodig om het ijs te smelten moeten worden vermeerderd, maar overigens is er geen enkel verschil. Ook op de Roghorst was de grond eenigszins bevroren.

De grootte van het stoomverbruik werd in de literatuur die ik tot mijn beschikking had nooit behoorlijk opgegeven. Gewoonlijk werd alleen de grootte van de ketel die gebruikt werd (en dan nog op onduidelijke wijze) aangegeven, zonder dat werd opgegeven of die ketel zwaar of licht belast werd.

Wie een inrichting voor sterilisatie wenscht te maken, moet eerst bepalen hoeveel stoom hij ongeveer per M^2 noodig heeft, waarvoor formule (5) dienen kan en daarna in verband met de oppervlakte die men bewerken moet, vaststellen hoeveel M^2 per uur men wenscht te steriliseeren. Men vindt dan een bepaald stoomverbruik per uur en kan, aannemende dat per M^2 verwarmend oppervlak van den ketel b.v. 20 KG. stoom per uur kan worden geleverd, de grootte van den ketel vaststellen. Heeft men omgekeerd een bepaalde ketel ter beschikking, dan kan men uitrekenen hoe lang het werk ongeveer zal duren. De inrichting voor het steriliseeren, buizensysteem of pan, en de grootte van de oppervlakte die men tegelijk bewerken wil, moet zoodanig worden gekozen, dat men regelmatig kan doorwerken en afmetingen hebben geschikt voor de te bewerken kassen.

Behalve het reeds besprokene zijn er nog verschillende andere onduidelijke of minder juiste opgaven (b.v. dat de buizen een bepaalde lengte niet mogen overschrijden, dat de tijd noodig om den grond op temperatuur te brengen afhangt van de ketelspanning, terwijl deze afhangt van de grootte van den ketel in verhouding tot de grootte van pan of buizensysteem.) in de literatuur te vinden, die verwarring kunnen stichten; het zou te ver voeren dit gedetailleerd te bespreken. Vermoedelijk zijn deze ontstaan, doordat niet technisch onderlegde proefnemers, aan verschijnselen die zij toevallig bij hun proeven opmerkten een beteekenis hebben toegekend, die aan deze verschijnselen niet toekomt.

PROEVEN OP DE ROGHORST.

Deze proeven, die op voorstel van den heer Schoevers, door het Instituut voor Phytopathologie werden genomen om te onderzoeken of sterilisatie bruikbare resultaten opleverde om „tomatenmoede grond" te verbeteren, waren opgezet naar aanleiding van potproeven vroeger door Dr. Goslings genomen en beschreven in de Mededeelingen an de R. H. L.-, T.- en B.-School.

De directeur van „de Roghorst", de heer Boerema, verleende bij de proeven zijn welwillende medewerking, terwijl mij was verzocht het technische deel der proefneming te leiden.

Over de uitkomst dezer proeven met het oog op de opbrengst van de tomaten, wil ik alleen mededeelen, dat deze volgens den heer Boerema bevredigende resultaten opleverden. De proeven die echter nog moesten worden voortgezet om daaromtrent meer gegevens te verzamelen, werden tengevolge van de kolennood onderbroken. Zij zullen later wel van Phytopathologische zijde nader worden besproken.

Wat het systeem van steriliseeren betreft werd, zooals reeds op blz. 5 is vermeld, de geperforeerde buizenmethode toegepast. Hieraan kan nog het volgende worden toegevoegd. De 8,5 M lange buis werd op den grond gelegd (bij sommige proeven iets ingegraven) en met grond bedekt die terweerszijde werd uitgegraven zooals fig. 1 aangeeft. Wenscht men b.v. een strook van 1.40 Meter breedte te steriliseeren dan wordt de grond aan weerskanten van de buis te beginnen op ongeveer 35 c.M. afstand op de gewenschte diepte en over een breedte van 35 c.M. uitgegraven en op de buis gebracht, zoodat deze ongeveer centraal in de te steriliseeren grond komt te liggen. Het al of niet ingraven van de buis B, hangt samen met het feit of de grond onder de buis moeilijk of makkelijk de warmte opneemt. Is deze grond wat vaster (wat liefst niet moet voorkomen) dan moet de buis iets worden ingegraven.

De bedoeling van de gevolgde werkwijze is, de warmteverliezen zooveel mogelijk te beperken door het oppervlak waardoor de verliezen plaats hebben klein te maken in verhouding tot de massa die tegelijk bewerkt wordt.

Als stoomketel werd gebruik gemaakt van de locomobiel van Duivendaal (zie plaat IX) terwijl de sterilisatiebuis door middel van de vroeger beschreven „passer" met de stoomtoevoerleiding was verbonden. De ketel bleek niet in staat te zijn de hoeveelheid stoom per uur te leveren, die onder normale omstandigheden van een ketel van deze grootte geeischt kan worden, zoodat de sterilisatie langzamer verliep dan verwacht werd. Door de stoomaanjager bij te zetten werd hierin eenige verbetering gebracht, maar dit had weer het nadeel, dat de bepaling van het stoomverbruik daardoor werd bemoeilijkt.

Ten einde na te gaan hoe de grond rondom de centraal liggende buis werd verwarmd, werd nog een speciale proef genomen, die door fig. 2 wordt verduidelijkt.

In de punten 1, 2, 3 en 4 die in een vertikaal vlak zijn gelegen en in de punten A, B, C en C gelegen in een vertikaal vlak op korten afstand van het eerste, werden thermometers gebracht, die de

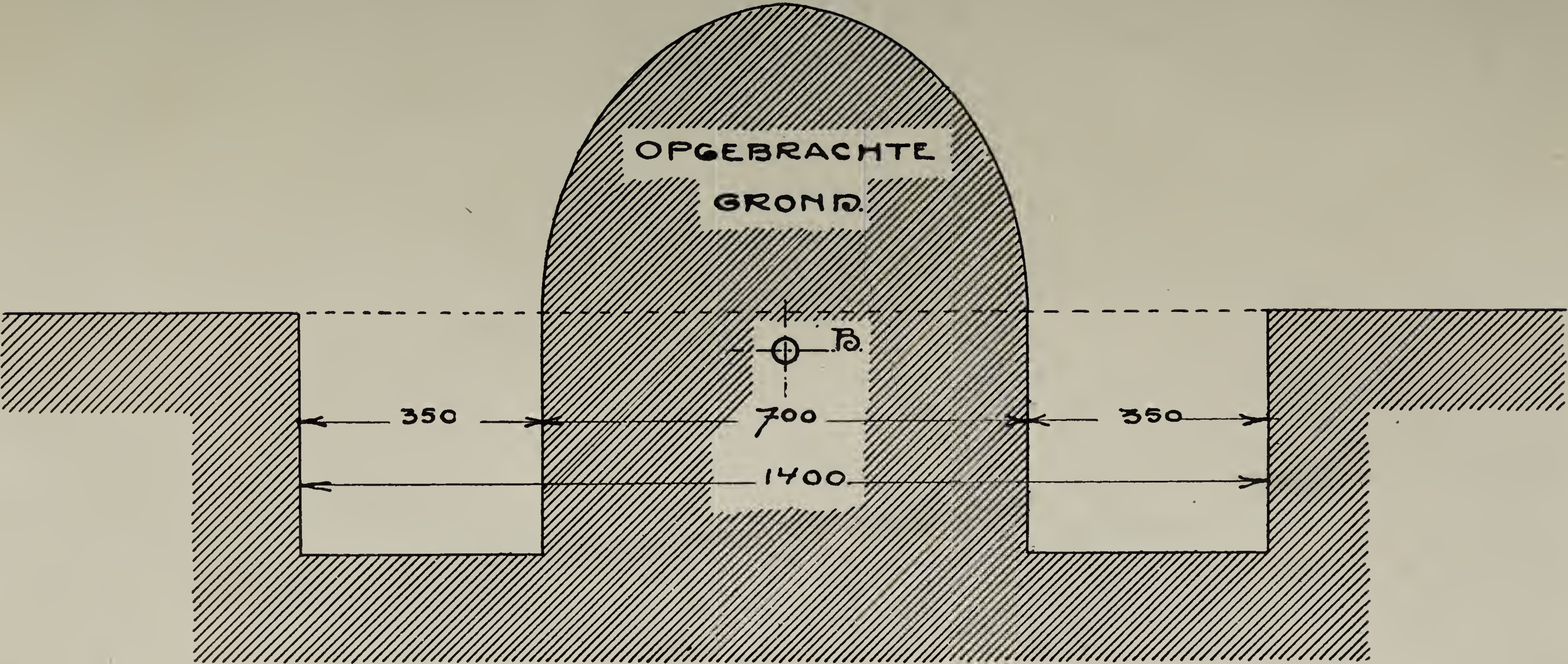


Fig. 1.
De bij de proeven op „de Roghorst" gevolgde werkmethode.

temperatuur van den grond op die plaatsen aangaven. 1, A, 4 en D lagen op een cirkel met de buis als middelpunt 2, B, 3 en C op een cirkel met halve straal. De proef kon wegens tijdgebrek niet zoover worden doorgezet dat ook de punten op de

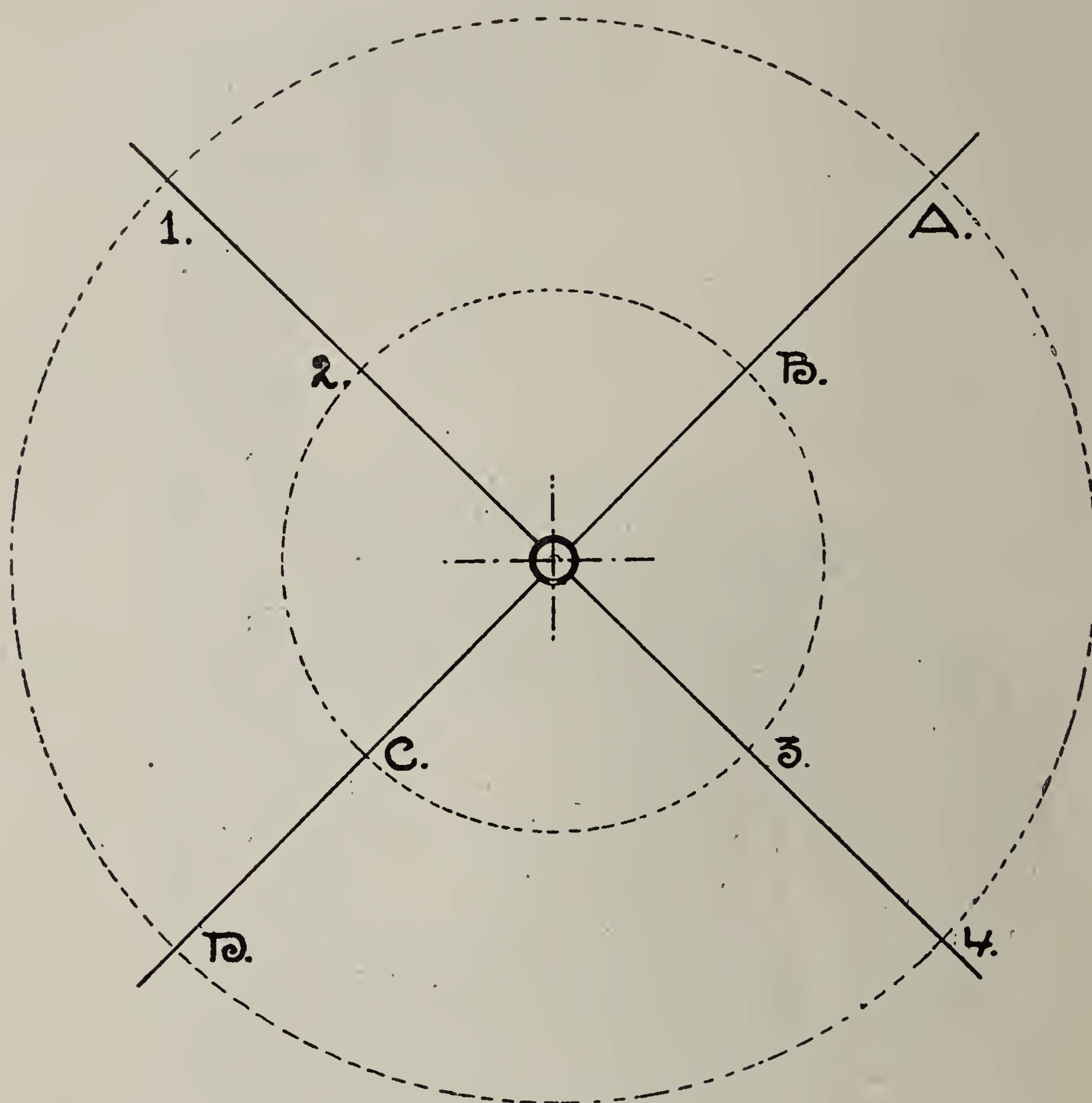


Fig. 2.

groote cirkel voldoende verwarmd werden terwijl doordat de grond zich eenigszins zette, 1 en ook A tegen het eind van de proef niet of nog slechts onvolledig met den grond in aanraking waren. De volgende cijfers, die verkregen werden geven er echter een denkbeeld van hoe de warmte zich in verschillende richtingen voortplantte.

Temperaturen.

Tijd	1	2	3	4	A	B	C	D
1.30	1	½	1	2	1	½	2	1¼
1.50	1	½	1	2	1	½	2	1¼
2.00	1¼	½	65	2	1¼	3¼	13½	1¼
2.15	1	½	65	2	1½	4	34½	1
2.30	1¼	5	77½	2	2	15	57	1
2.45	1	21	85	2	2	24½	84	1
3.00	1	37	87½	2	2	44	90	1
3.15	¾	68	85	2	2	58½	93	1½
3.30	½	97	88	2½	2	95	84	2¼
3.45	½	99½	88	3	1½	98½	92	3
4.00	½	99	81	4½	1¼	99	94	6
4.15	—	99	89	5½	1	100	96	—
4.30	—	99	98	8	1	98	96	15
4.45	—	99	94	12	2	100	94	25
5.00	—	100	94	22	5	100	100	35

Uit de gevonden cijfers blijkt dat in groote trekken wel gezegd mag worden, dat de warmte zich centraal om de buis, zij het niet geheel gelijkmatig, in alle richtingen voortplant. Daar de gaatjes waardoor de stoom ontsnapt eenzijdig (hier aan den onderkant) waren geplaatst, zou het, hoewel niet waarschijnlijk, nog mogelijk zijn geweest, dat hiervan belangrijke invloed te bemerken was. Het blijkt echter, hoewel de hooger gelegen symetrische punten 2 en B wat achter blijven bij de lagere 3 en C dat dit verschijnsel, in verband met het langzaam verloop van de proef, niet van veel beteekenis is. Uit andere proeven bleek, dat de vastheid van den grond wel merkbaren invloed heeft, zoodat men bij de hier gevolgde werkwijze, indien de grond niet zoo los ligt, beter doet de buis iets dieper te leggen; de grond die over de buis heen geworpen wordt en daardoor losser ligt, zal in het algeneen misschien iets te snel op temperatuur komen, wanneer men de buis, wat het eenvoudigste is, direct op den grond legt. Bij de proef, waarbij de tabel behoort, was dit niet gebeurd, maar was de buis hier en daar door een baksteen ondersteund.

Het waarnemen van de temperaturen, in de tabel verzameld, bood nog eenige moeilijkheid. Indien men niet beschikt over zeer lange en daarvoor ingerichte thermometers, moet men de thermometers in daarvoor gemaakte gaten laten zakken tot

op de gewenschte plaats. Bij het uithalen van de thermometers zou de aflezing echter volkomen onzuiver kunnen worden, omdat de thermometer met de koudere of warmere lagen in aanraking kan komen en bovendien in de buitenlucht te snel kan dalen. Dit bezwaar werd op eenvoudige wijze ondervangen, door het kwikreservoir met kurk te omhullen, waardoor de thermometers voldoende traag werden.

Op de Roghorst werd totaal gesteriliseerd 50 M² grond. Een gedeelte daarvan was versch ingebrachte grond een ander gedeelte moede grond; bovendien bleef een deel moede grond ongesteriliseerd. Het steriliseeren der versche grond (die echter minder intens was gesteriliseerd) had ten doel na te gaan of daarvan nog invloed ten goede of ten kwade was te bespeuren. Op een stuk moede grond van 8,5 M² dat het meest intensief bewerkt werd, en waarbij de te steriliseeren laag nog met riet was bedekt, werd in 2¾ uur een stoomverbruik geconstateerd van 400 KG. Zooals reeds gezegd werd, leverde de ketel te weinig stoom per uur. Indien men in de praktijk behoorlijk wil kunnen doorwerken zal men over een dergelijk stuk veel korter moeten doen. Dit kan ook makkelijk als men bedenkt, dat een ketel van 20 M² V. O. in een uur tijd bovenbedoelde hoeveelheid stoom kan leveren.

DE KOSTEN VAN HET STERILISEEREN.

Wat de kosten betreft, deze zijn niet in het algemeen op te geven, daar zij te veel van plaatselijke toestanden afhangen en bovendien op het oogenblik begrootingen moeilijk te maken zijn en slechts tijdelijke waarde hebben. In het reeds genoemde Farmer's Bulletin 996 van Juli 1918, geeft Beinhart enkele prijzen op, waarvoor in Amerika het steriliseeren wordt aangenomen. Soms wordt alleen de ketel met stoker gehuurd, terwijl soms ook pan en brandstoffen zijn inbegrepen. Een dollar op f 2.50 stellende liggen deze prijzen berekend per M² te bewerken oppervlakte, tusschen f 0,14 en f 0.28. Gemiddeld wordt daar per dag van 10 uur werken 90 M² gesteriliseerd. Hij rekent het brandstof verbruik op 5,5 KG. per M². A. D. Selby and J. G. Humbert geven in het reeds vermelde artikel van 15 Jan. 1915 de volgende *(relative)* kostenberekening.

„Estimating that pans and pipes last five years, that labor costs $ 2.00 per day coal $ 3.50 per ton, and that ten houses are sterilized every year, it wil cost to treat one house 30 × 100 feet (3.000 sq. ft. in area) approximately as follows:

By Perforated Pipe Method:

Charge for deprecation of system per house per year	$ 0.40
Fuel 2 tons coal at $ 3.50 per ton	$ 7.00
Labor, 2 men 2 days	$ 8 00
Total (3.000 sq. ft.) —..............	$ 15.00
By Inverted Pan Method:	
Charge for deprecation of pans per house per year .	$ 1.20
Fuel, 2 tons coal at $ 3.50 per ton	$ 7.00
Labor, 2 men 1 day	$ 4.00
Total (3.000 sq. ft.)	$ 12.20
By Formaldehyde Drench Method:	
Material only to drench 1 house (3000 sq ft.)	$ 21.00

Op deze wijze zou men komen tot 13,5 cent per M² voor de buizen en 11 cent voor de pan-methode per M². Behalve dat de prijzen hier laag zijn aangenomen, is bovendien niets in rekening gebracht voor afschrijving en rente voor de ketel, zoodat het verschil met de vorige opgave mede hierdoor kan worden verklaard. De vergelijking die in het voordeel van de pan uitvalt, lijkt, mij echter bovendien niet zuiver, immers het is moeilijk aan te nemen dat het verschil in arbeid bij beide methoden zoo groot is als hier wordt opgegeven. Zeer zeker eischt de panmethode vermoedelijk minder arbeid voor het verplaatsen, maar de meeste pannen moeten worden verplaatst door vier man. Gesteld dat men één man voor stoken en toezicht voortdurend in bedrijf heeft, dan moet men *bij tusschenpoozen* van b.v. 40 minuten drie man beschikbaar hebben om te helpen, een systeem van werken dat ook zijn bezwaren heeft.

Verder doet de opgave vermoeden, dat met de buizen twee dagen is gewerkt en met de pan één dag. Indien de ketel bij beide manieren regelmatig en goed belast was.(en dit moet worden nagestreefd) blijkt hieruit, dat hier in beide gevallen b.v, niet met dezelfde ketel zou zijn gewerkt, waardoor de vergelijking onzuiver wordt. Verder betwijfel ik of het brandstof-verbruik bij beide methoden wel even groot mag worden gesteld. Hoewel proeven dit zouden moeten uitmaken, komt het mij voor, dat bij de pan de warmteverliezen grooter zullen zijn dan bij de buizen. Niet alleen moet de pan zelf verwarmd worden maar bij de pan-methode is er een grooter afkoelend oppervlak, dat bovendien spoedig temperatuurverschil met de omgeving heeft. Opgemerkt kan nog worden dat het kolenverbruik per M² volgens bovenstaande opgaven, ongeveer 7.20 KG. per M² zou zijn geweest.

Wil men een raming van de kosten van sterilisatie maken ten einde b.v. te kunnen nagaan of dit voor- of nadeeliger is dan het inbrengen van nieuwe grond, een berekening, die volstrekt niet

altijd dezelfde uitkomst zal behoeven te geven, dan kan men als volgt te werk gaan.

Het systeem van werken kan in verband met de op blz. 101 gegeven opmerkingen voorloopig worden aangenomen. Het brandstofverbruik per M^2 te bewerken oppervlakte kan volgens formule (6) worden bepaald en in verband met de brandstofprijzen (formule (6) geldt echter voor steenkolen) is dus de brandstoffen rekening bekend. Dan moet men rente en afschrijving voor ketel leidingen en buizen, of pan, ook per M^2 in rekening brengen en dan nog de bedieningskosten per M^2. Vooral de post voor afschrijving van ketel enz. zal vrij sterk kunnen varieeren, ook natuurlijk in verband met het feit of de ketel ook nog voor andere doeleinden te gebruiken is. De grootte van den ketel moet met overleg wordenvastgesteld in verband met den tijd die men totaal aan het steriliseeren mag besteden. Stelt men dien tijd noodeloos kort, zoodat men een zeer groote ketel noodig heeft, dan worden de onkosten per M^2 ook noodeloos hoog. Bij de berekening van de kosten van het inbrengen van nieuwe grond moet men natuurlijk eveneens afschrijving en rente voor materiaal (kipkarren, rails, e.d.) in rekening brengen behalve de kosten voor paarden en werkloon. Ook het feit, dat men terrein beschikbaar moet houden mag niet buiten beschouwing blijven. De kosten van dit werk zullen natuurlijk sterk beinvloed worden door de afstand waarover men de grond vervoeren moet. Overigens zullen de kosten per M^2 in een bepaald geval niet sterk afhankelijk zijn van het aantal M^2 dat men bewerkt; bij stoomsterilisatie zal dit eerder het geval zijn omdat b.v. de ketelprijzen volstrekt niet evenredig stijgen met de grootte van den ketel.

Van zeer groote beteekenis is natuurlijk de vraag: Wat is *beter*, steriliseeren of nieuwe grond inbrengen? En ook de vraag: Is het niet mogelijk op een of andere wijze het ziek worden van den grond te *voorkomen?* Op deze vragen zal hier niet nader worden ingegaan, maar wel kan nog worden opgemerkt, dat daar waar men meent tot sterilisatie te moeten overgaan, het van groot belang is zich te verzekeren van bevoegde technische voorlichting, daar het al of niet doelmatig inrichten van de installatie en het aanpassen aan de plaatselijke omstandigheden, belangrijke invloed kan uitoefenen op kosten dezer bewerking.



Het steriliseeren van grond op „de Roghorst",
Van af de buiten de kas staande locomobiel, gaat de stoom door de buizen A en B naar de lange sterilisatiebuis, die onder den grond ligt.

